



**Universidad
Autónoma
de Coahuila**



**Maestría en
Economía Regional**



1996 - 2021

Estudios de Economía Regional Aplicada

Volumen I

Coordinadores
Alba Verónica Méndez Delgado
Luis Gutiérrez Flores
David Castro Lugo

Serie Egresados de la Maestría en Economía Regional

Estudios de Economía Regional Aplicada

Volumen I

Alba Verónica Méndez Delgado

Luis Gutiérrez Flores

David Castro Lugo

Coordinadores



**Universidad
Autónoma
de Coahuila**

Estudios de economía regional Aplicada
Volumen I

Primera edición: abril 2022

D.R. ©Universidad Autónoma de Coahuila.
Boulevard Venustiano Carranza s/n
Col. República Oriente C.P. 25280
Saltillo, Coahuila, México.

Centro de Investigaciones Socioeconómicas CISE
Unidad Camporredondo edificio "S"
Saltillo, Coahuila, México.

Colección: Estudios de economía regional
Serie: Egresados de la maestría en economía regional

ISBN Volumen: 978-607-506-442-0
ISBN Obra Completa: 978-607-506-441-3

La totalidad de los capítulos que integran este libro fueron arbitrados y sometidos a evaluación externa, mediante un dictamen de doble ciego, donde participan especialistas en el área. Las versiones finales se enriquecieron con las aportaciones de los pares académicos. Así mismo, se empleó un *software* especializado para el análisis de similitudes con respecto a otras obras. La Dirección de Investigación y Posgrado de la UAdeC mantiene en resguardo los resultados de este proceso.

Hecho en México

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	3
PRIMERA PARTE	
EL MERCADO LABORAL REGIONAL	7
IDENTIFICACIÓN Y SINCRONIZACIÓN DE LOS CICLOS DE CRECIMIENTO DEL EMPLEO MANUFACTURERO EN CIUDAD JUÁREZ	8
CARACTERIZACIONES DE LA PRECARIEDAD LABORAL: SU CONFIGURACIÓN EN DOS ESTADOS DE LA FRONTERA NORTE, 2009-2019	36
EFFECTO DE LA MATERNIDAD DURANTE LA ADOLESCENCIA EN LAS CONDICIONES LABORALES, FRONTERA NORTE DE MÉXICO	81
SEGUNDA PARTE	
POBREZA Y DESIGUALDAD REGIONAL	103
DESCOMPOSICIÓN REGIONAL DE LA EVOLUCIÓN DE LA TASA DE POBREZA EN MÉXICO	104
ESTRUCTURA INTRARREGIONAL DE LA DESIGUALDAD EN EL NIVEL EDUCATIVO DE TAMAULIPAS	139
CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA DE LAS MICRORREGIONES DEL NORESTE DEL ESTADO DE HIDALGO	167
TERCERA PARTE	
OTROS TEMAS DE LA ECONOMÍA EN LAS REGIONES DE MÉXICO	194
GRADIENTES URBANOS: TEORÍA Y APLICACIÓN A LA CIUDAD DE SALTILLO, MÉXICO	195
COMPARACIÓN ENTRE LA CULTURA Y LOS INCENTIVOS ECONÓMICOS PARA MODIFICAR LA CONDUCTA DEL RECICLAJE: UN ENFOQUE DESDE LA ECONOMÍA EXPERIMENTAL EN MAZATLÁN, SINALOA	223
PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE PRECIOS BASADO EN LÓGICA DIFUSA: EMPRESA CERVECERA EN MÉXICO.	250

INTRODUCCIÓN

La economía regional busca estudiar la complejidad de las interacciones económicas en el espacio. Esta es el área de especialización del Centro de Investigaciones Socioeconómicas (CISE). En donde la investigación y formación de estudiantes considera la diversidad regional para el estudio de problemas económicos y sociales. El objetivo del CISE es explicar y analizar los efectos regionales, también evaluar y formular políticas públicas regionales. Por segunda ocasión festejamos el aniversario de la Maestría en Economía Regional (MER) con un libro conmemorativo. En este libro se compilan nueve trabajos de egresados de la MER del CISE.

El libro está dividido en tres grandes bloques. En el primero se presentan temas relacionados al mercado laboral regional. En el capítulo la *Identificación y sincronización de los ciclos de crecimiento del empleo manufacturero en Ciudad Juárez*, Isaac Sánchez-Juárez (Generación 2002-2004) y Rosa M. García-Almada (Generación 2002-2004) identifican los ciclos de crecimiento del empleo manufacturero, su duración y profundidad. Los resultados que obtienen generan información oportuna para que los tomadores de decisiones pueden generar empleo y propiciar condiciones adecuadas para que las expansiones del ciclo económico sean más duraderas y las recesiones más cortas y menos graves. En el capítulo las *Caracterizaciones de la precariedad laboral: su configuración en dos estados de la frontera norte, 2009-2019*, María De Lourdes Ampudia Rueda (Generación 1996-1998) y Myrna Limas Hernández (Generación 1996-1998) describen las características laborales en los estados fronterizos de Chihuahua y Texas para detectar la presencia de precariedad laboral. Las autoras nos invitan a reflexionar sobre la importancia de salarios suficientes y prestaciones laborales adecuadas para alcanzar una vida digna. En el capítulo el *Efecto de la maternidad durante la adolescencia en las condiciones laborales, frontera norte de México*, Alba Verónica Méndez Delgado (Generación 2006-2008) aborda el tema del embarazo durante la adolescencia.

y sus efectos en las condiciones laborales. La incorporación al mercado laboral de las madres adolescentes se ve condicionada por la estructura del mismo mercado y las condiciones socioeconómicas previas de la madre. La autora señala que la elaboración de políticas públicas en este sentido podría ayudar a mejorar las posibilidades de movilidad social de las madres adolescentes y evitar una incorporación desfavorable al mercado laboral.

La segunda parte del libro incluye artículos que abordan la temática de pobreza y desigualdad regional. En el capítulo la *Descomposición regional de la evolución de la tasa de pobreza en México*, Marco Antonio Pérez Méndez (Generación 2010-2012) realiza una descomposición regional de la evolución de la tasa de pobreza en México. La tasa de crecimiento del ingreso y los cambios en la distribución del ingreso de los hogares son los determinantes de la reducción de la pobreza en un país. Para México, el autor encuentra que salvo en el periodo 2002-2006, los efectos regionales del crecimiento fueron en contra de los pobres. Ulises Víctor Jesús Genis Cuevas (Generación 2012-2014), en el capítulo la *Estructura intrarregional de la desigualdad en el nivel educativo de Tamaulipas*, analiza el desempeño y la calidad educativa incorporando el tema de inclusividad y equidad de los logros educativos. En el marco de los objetivos del desarrollo, el autor, busca subsanar las mediciones simplificadas y la omisión de factores de la estructura espacial de la desigualdad en la educación. Encuentra que Tamaulipas es un estado con una alta desigualdad en el logro educativo y que al interior del estado este problema es más agudo; lo que justifica el análisis regional del problema de la desigualdad en la educación. Para abonar en los estudios de corte regional donde se analicen las dinámicas propias de los territorios, y conocer sus problemáticas y potencialidades, Yunuén Hernández, Jozelin Ma. Soto y Angélica Ma. Vázquez (Generación 1998-2000) realizan un estudio titulado *Caracterización socioeconómica de las microrregiones del noreste del estado de Hidalgo*. Encuentran que, a pesar de la mejora en las condiciones de vida de los habitantes de Hidalgo, las microrregiones aún registran altos porcentajes de su población en pobreza, pobreza extrema y altos niveles de marginación.

La tercera parte del libro aborda diversos temas de la economía regional. En el capítulo *Gradientes urbanos: teoría y aplicación a la ciudad de Saltillo, México*, Leidy Vanessa Andrade (Generación 2016-2018), Nicholas P. Sisto y Harvy Vivas analizan la distribución de la población, de las viviendas, así como de los precios de las propiedades en el medio urbano. Los resultados que obtuvieron sugieren que, la densidad poblacional y el valor unitario de las viviendas disminuyen respecto a la distancia del centro de la ciudad, mientras el tamaño de las viviendas crece. El estudio constata la relevancia del espacio en la toma de decisiones de los agentes económicos y aporta hallazgos relevantes sobre la estructura urbana de Saltillo. El trabajo *Comparación entre la cultura y los incentivos económicos para modificar la conducta del reciclaje: un enfoque desde la economía experimental en Mazatlán, Sinaloa* aborda temas ambientales. Los residuos no gestionados y mal gestionados requieren una acción urgente en todos los niveles de la sociedad, por lo que, Naím Manríquez (Generación 2012-2014), Eunice Murúa y Felipe Lara estudian del comportamiento de los individuos hacia conductas proreciclaje y de separado de residuos, esto bajo un enfoque de economía experimental. Concluyen que es necesaria una política municipal de fomento al reciclaje y manejo de residuos que tengan las siguientes características: se debe trabajar con programas de educación ambiental, al mismo tiempo crear un sistema de recolección diferenciada y finalmente instalar máquinas o puntos verdes en zonas estratégicas donde los ciudadanos pueden depositar residuos a cambio de dinero. La última investigación que se presenta en este libro se titula *Propuesta de un sistema de gestión de precios basado en lógica difusa: empresa cervecera en México*. Tirso Javier Hernández, Danae Duana (Generación 2002-2004) y Eleanne Xochitl Quiroz proponen la aplicación de un modelo de inteligencia artificial multivaluado llamado lógica difusa que permite trabajar con información imprecisa teniendo valores intermedios. Dicha lógica simula el pensamiento humano en la toma de decisiones y está completamente adaptada a situaciones subjetivas e inciertas intentando representar la vida real modelando de tal manera que cada situación se vuelva cierta y precisa sin modificarla.

Las investigaciones compiladas en este libro contribuyen al estudio de la economía regional y en cada una es posible ver la importancia de la diferenciación de políticas públicas a nivel regional. Esto representa un incentivo para que la comunidad del CISE siga contribuyendo en el estudio regional en México.

PRIMERA PARTE

EL MERCADO LABORAL REGIONAL

IDENTIFICACIÓN Y SINCRONIZACIÓN DE LOS CICLOS DE CRECIMIENTO DEL EMPLEO MANUFACTURERO EN CIUDAD JUÁREZ

IDENTIFICATION AND SYNCHRONIZATION OF MANUFACTURING EMPLOYMENT GROWTH CYCLES IN CIUDAD JUÁREZ

ISAAC SÁNCHEZ-JUÁREZ *

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUÁREZ

ROSA M. GARCÍA-ALMADA †‡

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUÁREZ

* Maestro en Economía Regional (Generación 2002-2004) por el Centro de Investigaciones Socioeconómicas de la Universidad Autónoma de Coahuila, Doctor en Ciencias Sociales con especialidad en estudios regionales por El Colegio de la Frontera Norte. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores. Responsable del Laboratorio de Problemas Estructurales de la Economía Mexicana. Líneas de investigación: desarrollo económico y macroeconomía aplicada. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1975-5185>. Correo: isaac.sanchez@uacj.mx

† Maestra en Economía Regional (Generación 2002-2004) por el Centro de Investigaciones Socioeconómicas de la Universidad Autónoma de Coahuila, Doctora en Ciencias Sociales con especialidad en estudios regionales por El Colegio de la Frontera Norte. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores. Responsable del Laboratorio de Problemas Estructurales de la Economía Mexicana. Líneas de investigación: economía regional y economía aplicada. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2330-8385>. Correo: maria.garcia@uacj.mx

‡ Los autores agradecen los comentarios de dos dictaminadores anónimos. Este trabajo es el resultado del trabajo de investigación realizado en el Laboratorio de Problemas Estructurales de la Economía Mexicana de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

Resumen: En el capítulo se identifican los ciclos de crecimiento del empleo manufacturero, su duración y profundidad en Ciudad Juárez. Además, se expone el grado de sincronización entre los ciclos de Juárez y los nacionales (y de los EUA). Se usaron datos de empleo total manufacturero mensual de 1998 a 2020. Los ciclos se identificaron usando el filtro Cristiano-Fitzgerald y la sincronización con el apoyo de modelos VAR y una medida conocida como LINK. Se identificaron tres ciclos completos en Juárez (cuatro a nivel nacional y EUA), con dos recesiones importantes, una recesión del 2000/09 al 2003/03 con una profundidad promedio de -0.94% y otra del 2007/11 al 2009/06 con una profundidad promedio de -1.81%. Respecto a la sincronización se encontró que los ciclos en Juárez estuvieron relativamente más conectados con los ciclos nacionales que con los de EUA.

Palabras clave: Ciclos de crecimiento, recesiones, expansiones, regiones, México.

Código JEL: E24, E32, R10, R19.

Abstract: The chapter identifies the manufacturing employment growth cycles, their duration and depth in Juárez city. In addition, it verifies the degree of synchronization between the Juárez and the national (and US) cycles. Total manufacturing employment data for 1998 to 2020 were used. The cycles were determined using the Cristiano-Fitzgerald filter and synchronization using VAR models and a measure known as LINK. Three complete cycles were identified in Juárez (and four at the national and US level) with two major recessions, a recession from 2000/09 to 2003/03 with an average depth of -0.94% and another from 2007/11 to 2009/06 with a depth average of -1.81%. Regarding synchronization, it was found that the cycles in Juárez were relatively more connected with the national cycles than with those of US.

Keywords: Business cycles, recessions, expansions, regions, Mexico.

JEL Code: E24, E32, R10, R19.

INTRODUCCIÓN

Este capítulo se realizó con la finalidad de contribuir a la relativamente escasa literatura existente sobre el estado que guardan variables fundamentales de las economías regionales mexicanas. Realizar estudios para espacios geográficos subnacionales es complejo ya que no se cuenta con suficiente información, apenas en fecha reciente las autoridades encargadas de crear información estadística confiable han comenzado a trabajar para subsanar este problema.

En concreto el objetivo es estimar los ciclos de crecimiento del empleo manufacturero de Juárez, una zona metropolitana ubicada en el estado nortero de Chihuahua. Este espacio geográfico es relevante para el país ya que en él se concentran la mayor parte de empresas maquiladoras, junto a Tijuana se constituye en un “oasis” exportador de productos manufacturados cuyo destino principal es la economía de los Estados Unidos de América. De acuerdo con el último censo económico, en Ciudad Juárez más del 60% del empleo formal registrado se explica por la presencia de la industria manufacturera, algo que la hace única ya que existen muy pocas ciudades en el país cuentan con una fuerte presencia industrial.

Para el estudio de los ciclos de crecimiento, al no contarse con una serie larga de la producción industrial manufacturera, se buscaron alternativas, lo que condujo al empleo, una variable que presenta una alta correlación con la producción. El empleo es una de las variables clave de una economía ya que de ello depende el bienestar humano al proporcionar una fuente de ingreso que permite realizar actividades de consumo y disfrute de los satisfactores buscados por los agentes económicos. Aún más, el empleo, cuando es de calidad, dignifica la condición humana y crea un estado de bienestar que no tiene comparación en el actual sistema capitalista de producción.

Para las autoridades es obligatorio conocer el comportamiento en el tiempo de la variable del empleo formal, particularmente conocer sus ciclos, duración y profundidad de las etapas expansivas y recesivas. En la medida en la que se acumula información sobre su evolución pueden diseñar políticas

económicas que ayuden a suavizar el ciclo para que el empleo manufacturero observado sea cercano al tendencial. Adicional al objetivo del cálculo de los ciclos del empleo se procedió a verificar su sincronización con la economía nacional y norteamericana. Este estudio se construyó sobre la siguiente hipótesis: la sincronización de los ciclos del empleo manufacturero de ciudad Juárez es alta con respecto a los ciclos del empleo manufacturero americano y baja con relación a los ciclos nacionales de empleo manufacturero.

Para calcular los ciclos se utilizó el filtro de Christiano y Fitzgerald (2003) y para conocer la sincronización de los ciclos primero se estimaron modelos VAR que fueran estables y enseguida se estimó una medida conocida como LINK o descomposición de la varianza, la cual sirve para revelar como se encuentran sincronizadas las series, en este caso las de los ciclos económicos bajo estudio (Sánchez-Juárez y García-Almada, 2018). La originalidad de la investigación que aquí se reporta consiste en contribuir con nueva evidencia sobre ciclos del crecimiento locales y el uso de una metodología distinta a la convencional para su identificación y reconocimiento de sincronización.

1. REVISIÓN DE LA LITERATURA

En un trabajo previo de Sánchez-Juárez y García-Almada (2018) se había revisado la literatura existente sobre los ciclos económicos en México tanto a nivel agregado como a nivel subnacional. Se encontró que una importante cantidad de estudios publicados sobre los ciclos económicos en México habían usado la producción como principal indicador, el periodo de estudio iba desde un promedio de treinta años hasta casi cien años (Mejía-Reyes, 2003; Mejía-Reyes, Martínez y Rendón, 2005; Erquizio, 2007, Almendra-Arao, González-Estrada y Mora-Flores, 2008; Heat, 2011; Calderón, 2012; Loría y Salas, 2014; Calderón y Hernández, 2017, Mejía-Reyes, Díaz y Vergara 2017 y Sánchez-Juárez, 2019). Todas estas investigaciones reportan que, aunque las recesiones tienen promedios de duración reducidos su impacto es profundo y supera los beneficios que se alcanzan durante las expansiones, aún más, tras

sumar recesiones y sus efectos el resultado es un crecimiento mediocre desde una perspectiva de largo plazo.

Los trabajos antes citados también revelan que a nivel nacional existe una sincronización alta entre la producción en México y la producción industrial en los EUA. Dicha conexión se fortaleció en los noventa del siglo XX con la entrada en vigor del Tratado de Libre Comercio de América del Norte el cual incrementó las exportaciones, importaciones y los flujos de inversión extranjera, dando a la región un carácter estratégico en el marco de la globalización. (para más información respecto a la sincronización de los ciclos mexicano y americano leer Torres y Vela, 2003; Chiquiar y Ramos, 2005; Mejía-Reyes, Gutiérrez y Farías, 2006; Phillips y Cañas, 2008; Fragoso, Herrera y Castillo, 2008; Delajara, 2012; Calderón, García y Cruz, 2017 y Díaz y Huerta, 2020).

Los estudios sobre los ciclos económicos a nivel subnacional o regional en México son pocos y recaen en un grupo reducido de expertos, entre los que destacan Erquizio, Ramírez y García (2021: 8-10), ellos realizan un buen resumen de la literatura y por tanto aquí la atención se centra en algunos trabajos que son de interés de acuerdo con el objetivo de la presente investigación. Debe señalarse que conocer los ciclos regionales es importante para los planificadores de política económica ya que de esa forma pueden enterarse de las regiones que lideran el crecimiento y las que se mantienen rezagadas; además, contribuye a conocer los efectos diferenciales de los choques externos y de política macroeconómica sobre cada una de las regiones.

Uno de los primeros trabajos que interesa mencionar es el de Mejía-Reyes (2007), quien usando el enfoque de ciclos clásico documentó las expansiones y recesiones para 17 estados de México en el periodo 1993-2006. Para realizar sus mediciones utilizó un índice de producción manufacturera mensual. Entre sus resultados reportó que las recesiones son menos persistentes y más volátiles que las expansiones y concluye que existen fuertes vínculos entre los

ciclos económicos de los estados del norte y centro del país y entre estados con patrones similares de industrialización.¹

Con datos anuales de la producción estatal y sectorial, Erquizio (2010), examinó las fases recesivas de los ciclos regionales, encontrando que las manifestaciones regionales de las recesiones nacionales son diversas y que una explicación de lo que ocurre en cada entidad puede ser la correlación que algunas entidades tienen con la tasa de crecimiento económico de los EUA. Las entidades que identificó con mayor impacto recesivo fueron: Puebla, Estado de México, Ciudad de México, Hidalgo, Michoacán, Jalisco, Nayarit, Baja California, Sonora, Chihuahua y Tamaulipas.

La sincronización entre el ciclo de los estados mexicanos y el de los EUA fue analizada por Mejía-Reyes y Campos-Chávez (2011), usaron el enfoque de los ciclos de crecimiento para el periodo 1997-2002. Dispusieron de datos mensuales para 17 entidades de un índice de producción manufacturera. Encontraron que el ciclo de los estados mexicanos es procíclico con respecto al ciclo norteamericano. Los estados con una sincronización alta fueron: Baja California, Jalisco, Nuevo León y Ciudad de México. Moderada en Querétaro y el Estado de México. En general, consideran que la sincronización con el ciclo de los EUA está condicionada por la especialización del sector manufacturero y la participación de empresas extranjeras.

Con información anual y mensual de los estados mexicanos del PIB, producción manufacturera, ventas al menudeo y empleo Mejía-Reyes y Erquizio (2012), analizaron los ciclos clásicos de los estados mexicanos. Encontraron que el sector manufacturero y la vinculación con los EUA son factores explicativos de los ciclos estatales, particularmente en las entidades de la frontera norte de México.

Los ciclos del empleo en las seis entidades que componen la frontera norte de México fueron calculados por Díaz y Mendoza (2012) y Mendoza (2012), usaron datos mensuales para el periodo 1997-2010. Estos estudios

¹ La revisión de literatura presentada toma como base un trabajo previo de Sánchez-Juárez y García-Almada (2018).

mediante modelos VAR y una medida conocida como LINK que se tomó del estudio de Sherwood-Call (1988) determinaron el grado de comovimiento entre los ciclos del empleo estatales y el nacional. Hallaron que el porcentaje de variación debido a cambios en el empleo nacional en Nuevo León era de 62% en el corto plazo y 69% en el largo plazo; para Tamaulipas 59 y 68% respectivamente; Sonora 57 y 62%; Baja California 57% en los dos casos; Coahuila 45 y 47%; por último, Chihuahua 39 y 21%. En el caso de Chihuahua los autores aseveran que esta economía puede estar vinculada a la dinámica del estado de Texas en el sur de los EUA.

El comovimiento y la concordancia cíclica del empleo formal permanente de las entidades federativas entre julio de 1997 y diciembre del 2011 fue el objeto de estudio para Delajara (2013). Encontró que en 12 de 32 entidades situadas en la frontera norte, centro oeste y centro del país las fluctuaciones del empleo estaban altamente correlacionadas entre ellas y con el empleo nacional. La fuente de las fluctuaciones era la misma que la del empleo nacional y el grado de concordancia entre los ciclos del empleo estatal y nacional fue alto (cuando las fases de expansión y recesión del ciclo del empleo tienden a ser coincidentes en el tiempo). A nivel agregado, este estudio reportó tres fases recesivas del empleo con un promedio de duración de un año. Una de 2001/02 a 2002/01, otra de septiembre de 2002/09 a 2003/08 y la tercera de 2008/05 a 2009/06.

¿De qué forma están sincronizados los ciclos del empleo en los estados de México con el ciclo americano? Esto lo responden Mejía-Reyes y Silva (2014), usando para tal fin datos de empleo formal de 1998/06 a 2012/02 de un índice de producción industrial para el caso de los EUA. La originalidad de su trabajo radica en calcular ciclos de crecimiento con el filtro Hodrik-Prescott, el filtro de Christiano y Fitzgerald, así como con la tasa anualizada de crecimiento. Dos son sus resultados principales: 1) los estados fronterizos y algunos del centro-occidente y centro mostraron una sincronización fuerte la mayor parte del tiempo, mientras que los estados del centro tienen una sincronización moderada y en el resto del país es débil e inestable y 2) las exportaciones y la inversión extranjera directa explican estos resultados.

El estudio de los ciclos estatales con datos de producción anual y énfasis en la recesión del 2009 y la expansión del 2010-2012 fue la intención de investigación en Erquizio y Ramírez (2014), además buscaron la relación que tienen con el entorno internacional, para después vincular las diversas manifestaciones del ciclo nacional con el perfil productivo sectorial. Hallaron que las entidades federativas del norte, centro y centro norte están más vinculadas al ciclo de los EUA mientras que la expansión del 2010-2012 fue más lenta en el sur y más rápida en las demás regiones. Los autores concluyen que el perfil sectorial de las entidades federativas determina las diferencias en los resultados, ya que las entidades más manufactureras fueron las más afectadas durante las recesiones.

Los factores que determinan la sincronización de los ciclos estatales de México con el ciclo norteamericano son expuestos por Mejía-Reyes et al. (2018). Tuvieron a su disposición datos de empleo formal mensual, empleo no agropecuario y para el caso americano producción industrial. Hicieron uso de la econometría espacial a partir de lo cual encontraron que la inversión extranjera directa tiene un efecto positivo sobre la sincronización, mientras que las remesas tienen un efecto negativo.

Finalmente, anotar que el presente capítulo es una continuación del trabajo realizado por Sánchez-Juárez y García-Almada (2018), en aquella investigación se utilizaron datos del empleo formal permanente total de ciudad Juárez, León y Mérida del 2000 al 2017 con el fin de identificar y comparar los ciclos de crecimiento entre dichas ciudades, así como la conexión de estos con la economía nacional y americana. Los ciclos se calcularon utilizando el filtro Hodrick-Prescott (1997). En el caso específico de Juárez encontraron dos ciclos completos del empleo, uno de 2001/11 al 2009/05 y otro del 2009/05 al 2014/04. En cuanto a la sincronización hallaron que en Juárez los choques nacionales en el corto plazo son importantes y con el tiempo pierden fuerza, mientras que los choques en la producción industrial de los EUA se vuelven más importantes tras doce meses.

La revisión de literatura confirmó que no se han realizado cálculos de ciclos de empleo manufacturero a nivel de ciudad. Además, se debe considerar

como un hecho estilizado la vinculación del ciclo nacional mexicano con el americano, así como su traslado a una escala menor como son las entidades federativas. La mayor parte de estudios concuerdan que las entidades manufactureras observan una alta sincronización de su ciclo con el de los EUA, mientras que las que se dedican mayoritariamente a otras actividades se sincronizan con el ciclo nacional.

2. DATOS Y EVOLUCIÓN DE LAS SERIES

Con la finalidad de que el ejercicio presentado pueda ser replicado se creó una base de datos que está disponible para los usuarios que así lo requieran en la página www.laboratorioeconomia.net. Se utilizaron datos de empleo formal total manufacturero para ciudad Juárez y del empleo formal total manufacturero de todo el país, los cuales se obtuvieron de la base de datos abiertos del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), para el periodo 1998/01 a 2020/12. En el caso de los Estados Unidos de América se utilizaron las cifras del empleo total manufacturero mensual publicadas por la Reserva Federal de San Luis y su base FRED, los datos estaban desestacionalizados por lo que pudieron utilizarse directamente para el cálculo de los ciclos.

Cuadro 1. Resumen estadístico de las series del empleo manufacturero

	Juárez	México	EUA
Máximo	320,135 (2020/12)	5,553,953 (2019/05)	17,637,000 (1998/03)
Mínimo	135,039 (2009/05)	3,439,217 (2009/07)	11,414,000 (2020/04)
Promedio	237,870	4,298,556	13,668,638
TMMC	0.12%	0.14%	-0.13%
Correlación con empleo en Juárez	-	0.88*	0.14*

TMMC: Tasa Media Mensual de Crecimiento. * Estadísticamente significativos al 99%.

Fuente: Elaboración propia.

Lo primero que se encontró al analizar las series fue que existe una alta correlación positiva entre el empleo manufacturero en Juárez y el total nacional, no así con el empleo manufacturero en los EUA, algo que no se anticipaba, de hecho, se esperaba lo contrario. En Juárez el empleo ha crecido de forma sistemática lo mismo que en México, en el Cuadro 1 se observa la similitud entre sus tasas medias mensuales de crecimiento, también que son reducidas; el avance en generación de empleo industrial es lento lo que se corresponde con una baja tasa de crecimiento de la producción (leer Sánchez y García, 2019). En los EUA incluso se registró un decrecimiento del empleo formal, lo que es evidencia parcial del proceso de desindustrialización que se vive en aquel país, lo que ha permitido que empleos de este tipo crezcan en países emergentes como México o regiones geográficas como Centroamérica y el Este de Asia (sobre la desindustrialización americana leer Lincicome, 2021).

A partir de la información disponible en el Cuadro 1 puede verse que ciudad Juárez aporta 5.5% en promedio del empleo total nacional durante el periodo de estudio; ahora bien, el empleo en México representa 31.4% del americano. De interés es que el menor valor absoluto del empleo en Juárez y México se registró en el año 2009, lo que coincide con la crisis financiera internacional de aquel momento. En cambio, en los EUA el menor nivel de empleo se registró en 2020, en el mes de abril, durante el cierre obligado de empresas para reducir el impacto negativo de la epidemia de SARS-COV-2, en ese mes se perdieron 1 millón 304 mil empleos.

En cuanto a crisis del empleo; es decir, momentos en los que se acumulan las pérdidas de puestos laborales manufactureros, en Juárez la contracción acumulada fue de 57,518 entre 2000/08 y 2001/11; 102,662 del 2007/11 al 2009/05 y 7,691 entre el 2020/02 y 2020/05. En México se perdieron 491,622 empleos entre el 2000/11 y 2002/01; 508,426 en el periodo 2008/01 a 2009/07 y 235,148 del 2020/02 al 2020/06. En los EUA la mayor pérdida de empleos fue en el periodo 2000/08 a 2004/02 con un registro de 3 millones 43 mil y 2 millones 760 mil entre el 2006/07 y 2010/02.

3. MÉTODOS²

3.1 CÁLCULO DE LOS CICLOS, DURACIÓN Y PROFUNDIDAD

Para obtener los ciclos de crecimiento del empleo manufacturero se utilizó el filtro de Christiano y Fitzgerald (2003), como supuesto de estacionariedad se supuso que las series eran integradas de primer orden, removiendo la tendencia lineal con periodos para los ciclos bajos de 18.0 y 96.0 para los altos. Esto permitió alcanzar el primer objetivo del capítulo. A partir de las series originales desestacionalizadas se procedió a obtener el componente cíclico, con esta última se aplicaron las siguientes reglas para identificar expansiones y recesiones:

Un pico es el mes con mayor valor del empleo manufacturero durante el período de expansión, siendo el período de expansión económica un período de doce o más meses consecutivos en los que el empleo manufacturero está por encima de sus valores de tendencia... (del Rey et al., 2014: 15).

Un fondo es el mes con menor valor del empleo manufacturero durante el período de recesión, siendo una recesión un periodo de doce o más meses consecutivos en los que el empleo manufacturero está por debajo de sus valores de tendencia... (del Rey et al., 2014: 15-16).

Un ciclo económico se consideró como el periodo entre dos fondos en la muestra temporal. El ciclo se dividió en expansiones y recesiones; es decir, el periodo entre un fondo y un pico y el tiempo entre un pico y un fondo, por lo que la duración consistió en sumar el número de meses transcurridos en cada etapa del ciclo. La profundidad de las expansiones y recesiones se midió por medio de la tasa media mensual de crecimiento.

² Esta sección se tomó de un trabajo previo de Sánchez-Juárez y García (2018)

3.2 PROCEDIMIENTO PARA CONOCER LA SINCRONIZACIÓN DE LAS SERIES

Para conocer el grado de sincronización o comovimiento entre los ciclos del empleo manufacturero en ciudad Juárez y los nacionales (EUA), se recurrió a la estimación de un sistema de vectores autorregresivos (VAR) para posteriormente obtener funciones de impulso respuesta y la medida conocida como LINK que se obtiene a partir de calcular la varianza del error de pronóstico para un periodo determinado después de someter el sistema a un choque estocástico. LINK captura el grado en que los cambios en el empleo manufacturero nacional (americano) predicen el ritmo del empleo en Juárez.

Replicando el trabajo de Zuccardi (2002) y Mendoza (2012: 34-35) y ajustándolo a los objetivos de esta investigación se construyeron dos sistemas de ecuaciones: (1) empleo manufacturero de Juárez y empleo manufacturero nacional; (2) empleo manufacturero de Juárez y empleo manufacturero en EUA. Ambos con las siguientes características:

$$\Delta E_{Nal-JUÁREZ,t} = \alpha_1 + \sum_{i=1}^p \beta_{i1} \Delta E_{Nal-JUÁREZ,t-i} + \sum_{i=1}^q \eta_{i1} \Delta E_{JUÁREZ,t-i} + e_{Nal-JUÁREZ,t} \quad (1)$$

$$\Delta E_{JUÁREZ,t} = \alpha_2 + \beta_{02} \Delta E_{Nal-JUÁREZ,t} + \sum_{i=1}^p \beta_{i2} \Delta E_{Nal-JUÁREZ,t-i} + \sum_{i=1}^q \eta_{i2} \Delta E_{JUÁREZ,t-i} + e_{JUÁREZ,t} \quad (2)$$

Donde $\Delta E_{Nal-JUÁREZ,t} = \alpha_1$ es la variación del empleo nacional manufacturero menos el empleo de Juárez, $\Delta E_{JUÁREZ,t}$ es la variación del empleo manufacturero de Juárez y $e_{Nal-JUÁREZ,t}$ es un término de error que afecta a todo el país contemporáneamente y $e_{JUÁREZ,t}$ es un término de error que afecta solamente a Juárez. En la ecuación (2) el empleo nacional manufacturero afecta de forma contemporánea a Juárez lo cual se debe a que los choques que afectan simultáneamente a todo el país pueden afectar a Juárez. Por otro lado, los choques que afectan a Juárez no afectan a la nación

de forma contemporánea, aunque puede que lo hagan de forma retardada, por lo que sustituyendo (1) en (2), se tiene:

$$\begin{aligned} \Delta E_{JUÁREZ,t} = & (\alpha_2 + \beta_{02}\alpha_1) + \sum (\beta_{i2} + \beta_{02}\beta_{i1}) \Delta E_{Nal-JUÁREZ,t-i} \\ & + \sum_{i=1}^q (\eta_{i2} + \beta_{02}\eta_{i1}) \Delta E_{JUÁREZ,t-i} + \beta_{02}e_{Nal-JUÁREZ} + e_{JUÁREZ,t} \end{aligned} \quad (3)$$

La ecuación (3) incorpora los retardos del empleo manufacturero nacional y de ciudad Juárez, así como los choques que afectan a ciudad Juárez y a la nación en su conjunto.

Se concluye que las variaciones del empleo manufacturero en ciudad Juárez y el país (EUA) están explicadas por el empleo pasado nacional (EUA), las variaciones del empleo manufacturero en Juárez en t periodos atrás y por el error estocástico que afecta a toda la nación (EUA) y Ciudad Juárez. La estimación de estos modelos VAR ayuda a establecer una relación entre el empleo manufacturero nacional (en EUA) y de Ciudad Juárez, además conocer el grado comovimiento de las variables involucradas.

Calculados los modelos se procedió a estimar las funciones de impulso respuesta lo que permite conocer la influencia que produce un choque no anticipado en la evolución futura de las variables que conforman el sistema, con la finalidad de conocer la duración de ese impacto, su dirección y significancia estadística. Para estimar las funciones de impulso respuesta se usó la metodología de impulsos generalizados ya que se desconocía el canal de transmisión de los choques entre las variables (Pesaran y Shin, 1998).

Finalmente, se recurrió al método de descomposición de varianza que se obtiene al construir los modelos VAR para tener el indicador LINK, el cual es una medida que asume valores porcentuales entre 0 y 100 (ver Zuccardi, 2002). Si el valor es cercano a cero, el vínculo entre las variables es débil, mientras que si es cercano a 100 se dice que existe una sincronización fuerte de lo que sucede en términos de empleo manufacturero en ciudad Juárez y el total nacional (EUA). Como en todo trabajo con series de tiempo se realizaron pruebas de raíces unitarias y se evaluó estadísticamente el número de

retardos óptimos. Además, para evaluar la bondad de los modelos estimados se realizaron pruebas de estabilidad. Todas las rutinas se realizaron en el software Eviews 12.

4. RESULTADOS

4.1 CICLOS DEL EMPLEO MANUFACTURERO EN JUÁREZ, MÉXICO Y LOS EUA

En relación con ciudad Juárez se identificaron 3 ciclos completos de crecimiento del empleo manufacturero, tres expansiones y cuatro recesiones. Se observa que en lo general la duración de las expansiones es superior a la de las recesiones. En cuanto a su profundidad la recesión más grave se observó en el periodo 2007/11 a 2009/06 seguida de la del 2000/09 al 2003/03. Es importante destacar que en 2020 no se registró una caída significativa del empleo observado con respecto a su tendencia, este resultado es de interés ya que difiere respecto a lo ocurrido en la economía mexicana y norteamericana, lo que significa una posible integración débil entre las series objetivo de estudio para ese periodo. También no se esperaba que el empleo evolucionará favorablemente en 2020 debido a la epidemia del SARS-COV-2; sin embargo, el desempeño fue satisfactorio si se compara con lo ocurrido en el resto del país donde se contrajo, particularmente en el segundo y tercer trimestre de dicho año (ver Cuadro 2). Otro hallazgo de interés es que el periodo 2015/10 a 2020/01 fue recesivo debido a que el empleo observado estuvo por debajo de su valor de tendencia (a pesar de que al calcular su crecimiento esté fue positivo), además, a diferencia de otros escenarios recesivos este fue largo.

Cuadro 2. Ciclos del empleo total manufacturero, 1998/01-2020/12

No. Ciclo	Expansiones				Recesiones			
	Fondo	Pico	Duración	Profundidad*	Pico	Fondo	Duración	Profundidad*
Juárez								
-	-	2000/09	-	-	2000/09	2003/03	31 meses	-0.94
1	2003/03	2007/11	57 meses	0.23	2007/11	2009/06	20 meses	-1.81
2	2009/06	2012/12	43 meses	0.58	2012/12	2014/04	17 meses	0.45
3	2014/04	2015/10	19 meses	1.00	2015/10	2020/01	52 meses	0.19
México								
1	1998/01	2000/09	33 meses	0.52	2000/09	2003/08	36 meses	-0.47
2	2003/08	2007/12	56 meses	0.09	2007/12	2009/08	21 meses	-0.63
3	2009/08	2012/12	44 meses	0.44	2012/12	2016/07	44 meses	0.36
4	2016/07	2019/04	34 meses	0.36	2019/04	2020/07	16 meses	-0.26
EUA								
1	1998/01	2000/11	35 meses	-0.07	2000/11	2003/09	35 meses	-0.52
2	2003/09	2008/04	56 meses	-0.10	2008/04	2009/10	19 meses	-0.86
3	2009/10	2012/08	35 meses	0.10	2012/08	2017/02	55 meses	0.06
4	2017/02	2019/06	29 meses	0.12	2019/06	2020/08	15 meses	-0.40

* Tasa Media Mensual de Crecimiento o Decrecimiento.

Fuente: Elaboración propia.

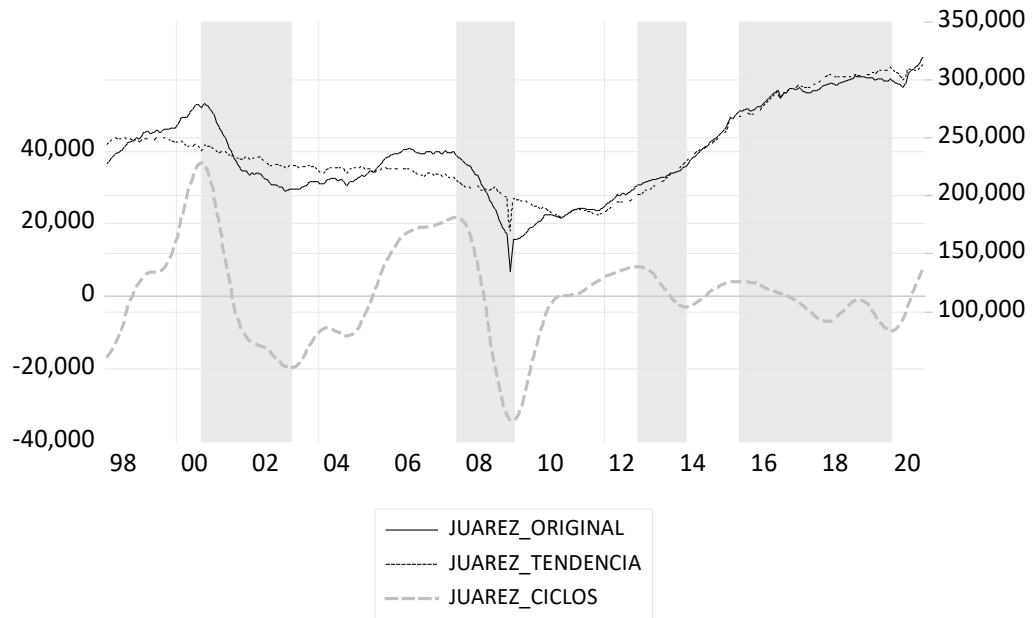
En México se observaron cuatros ciclos completos con sus respectivas expansiones y recesiones. La recesión más profunda fue la del periodo 2007/12 a 2009/08, seguida de la del 2000/09 a 2003/08. En el caso nacional la emergencia vigente del SARS-COV-2 tuvo un efecto negativo muy marcado durante el segundo trimestre del 2020. La economía mexicana desde 2019 ya estaba en recesión técnica y esto se fortaleció producto del cierre obligado de empresas para contención de la epidemia (a este respecto puede leerse Sánchez-Juárez y Esparza, 2020).

Como se indicaba en la revisión de la literatura, existe una importante conexión entre los ciclos industriales de la economía americana y mexicana, de hecho, se verifica una gran coincidencia entre los periodos expansivos y recesivos. Lo anterior es un insumo fundamental para el diseño de la política económica, en particular aquella que tiene como tarea el atenuar la fase negativa de los ciclos.

En el caso americano las cuatro recesiones muestran una mayor severidad al compararse con el caso mexicano, por otro lado, los tiempos de duración son similares. En cuanto a los periodos de expansión se obtuvieron resultados no esperados, ya que en el periodo 1998/01 a 2000/11 se observó un decrecimiento del empleo formal manufacturero y continuó en el periodo 2003/09 a 2008/04, esto debido a que dicha economía, en términos de empleo registra un proceso de desindustrialización y creciente participación del empleo comercial y de servicios, lo que está asociado a la evolución hacia la industria 4.0 (leer Lorenzi y Berrebi, 2016).

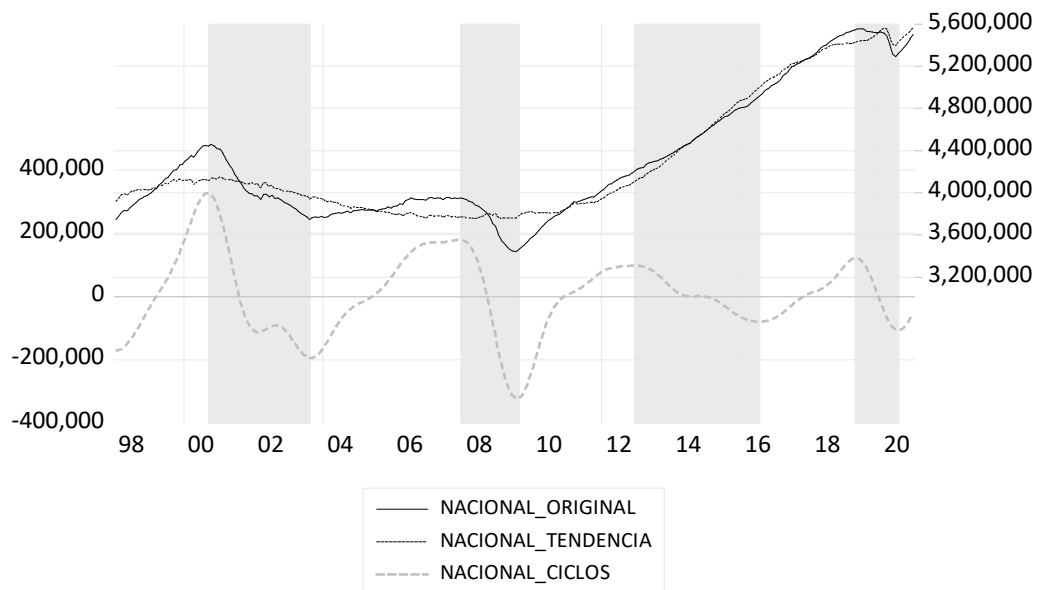
De hecho, es probable que parte del empleo manufacturero que antes estaba en la economía americana se movió a regiones periféricas como Juárez y de aquí que en esta investigación se planteó como hipótesis que entre las series de empleo debería de existir sincronización. Tras identificar los ciclos y compararlos se infiere que ciudad Juárez tiene un comportamiento ligeramente distinto al registrado a nivel nacional y es bastante diferente al de la economía de los EUA, lo que ofrece evidencia en contra de la hipótesis propuesta en la presente investigación (ver Gráficas 1, 2, y 3).

Figura 1. Ciclos, serie original y tendencia del empleo manufacturero en Ciudad Juárez



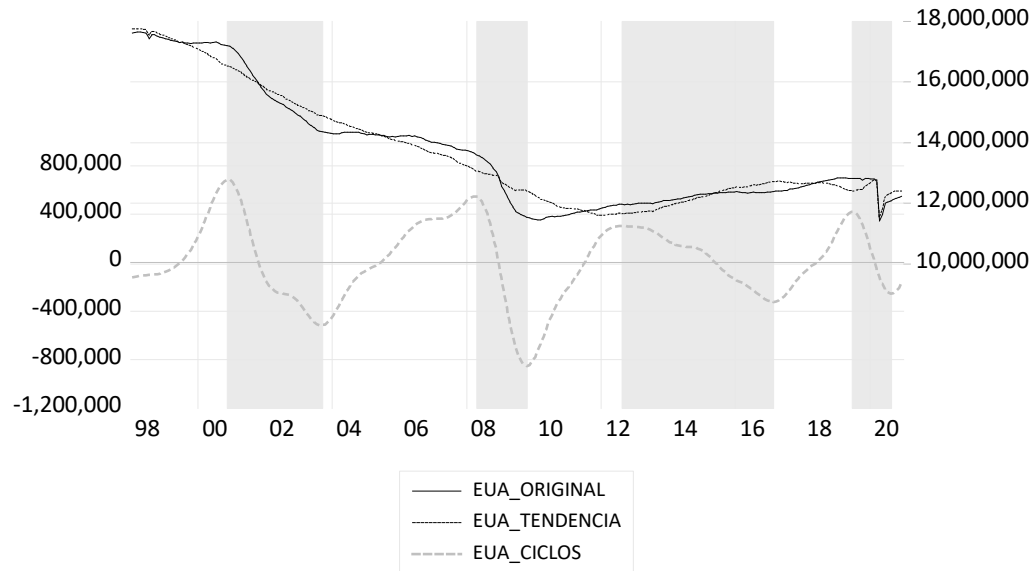
* Las áreas sombreadas son etapas recesivas
Fuente: elaboración propia.

Figura 2. Ciclos, serie original y tendencia del empleo manufacturero en México



* Las áreas sombreadas son etapas recesivas
Fuente: elaboración propia.

Figura 3. Ciclos, serie original y tendencia del empleo manufacturero en los EUA



* Las áreas sombreadas son etapas recesivas
Fuente: elaboración propia.

4.2 SINCRONIZACIÓN ENTRE LAS SERIES DEL CICLO DEL EMPLEO MANUFACTURERO: ESTIMACIÓN DE LOS MODELOS VAR Y LINK

En esta parte primero se revisó que las series fueran estacionarias, enseguida se estableció el número óptimo de rezagos para la estimación de los modelos VAR, teniendo esto se calcularon los modelos VAR y luego se evaluó la estabilidad de los modelos por medio del criterio del polinomio característico autorregresivo (ver Wooldridge, 2015). Enseguida se realizó el análisis de impulso respuesta a partir de los modelos VAR de empleo manufacturero y finalmente se calculó la medida de fuerza de sincronización de las series LINK.

Como se indicó cuando se estima un modelo VAR es necesario que las variables a relacionar sean estacionarias, por ello se aplicó la prueba Phillips-Perron para las series del empleo manufacturero en logaritmos y en primeras diferencias sin incluir intercepto o tendencia en la ecuación estimada, con un método de estimación espectral Bartlett Kernel y un ancho de banda automático Newey-West (Sánchez-Juárez y García-Almada, 2018: 52). En el Cuadro 3 se presentan los resultados. Las series en niveles tienen raíz

unitaria, mientras que en primeras diferencias son estacionarias o integradas de primer orden. Por lo que los modelos VAR se estimaron en diferencias logarítmicas.

Cuadro 3. Pruebas de raíces unitarias Phillips-Perron

Serie	t-estadístico ajustado	Probabilidad	Conclusión
logEJuárez	-0.720550	0.8385	Raíz unitaria
DlogEJuárez	-19.83555	0.0000	Estacionario
logENacional	-0.054160	0.9518	Raíz unitaria
DlogENacional	-7.947469	0.0000	Estacionario
logE-EUA	-2.224667	0.1981	Raíz unitaria
DlogE-EUA	-14.71447	0.0000	Estacionario

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 4. Número de retardos óptimos para los VARs

VARs	AIC	SC	HQ
DlogEJuárez-DlogENacional	3	2	3*
DlogEJuárez-DlogE-EUA	4*	2	3

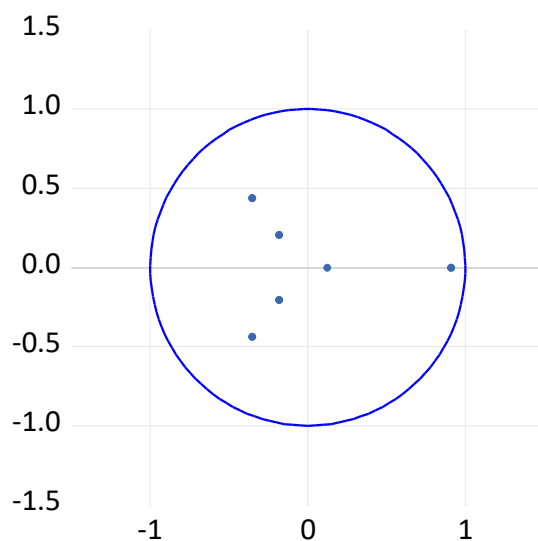
* Número de rezagos elegido

Fuente: elaboración propia.

Para elegir el número óptimo de rezagos se utilizaron los criterios de: Akaike (AIC), Schwarz (SC) y Hannan-Quinn (HQ), los resultados se consignan en el Cuadro 4 (dado que se tuvieron tres criterios, se eligieron los rezagos siguiendo el criterio de que más rezagos era mejor). Obtenidos los rezagos óptimos se estimaron los modelos VAR y se verificaron sus condiciones de estabilidad mediante el uso de las raíces inversas del polinomio característico autorregresivo (ver Figuras 4 y 5). Los dos modelos VAR calculados satisfacen las condiciones de estabilidad al verificar que ninguna raíz se encuentra fuera del círculo unitario. Lo anterior significa que un choque sobre las diferentes variables del sistema se va diluyendo con el devenir del tiempo y de aquí que se considere estable.

Figura 4. Prueba de estabilidad del modelo VAR DlogEJuárez-DlogENacional

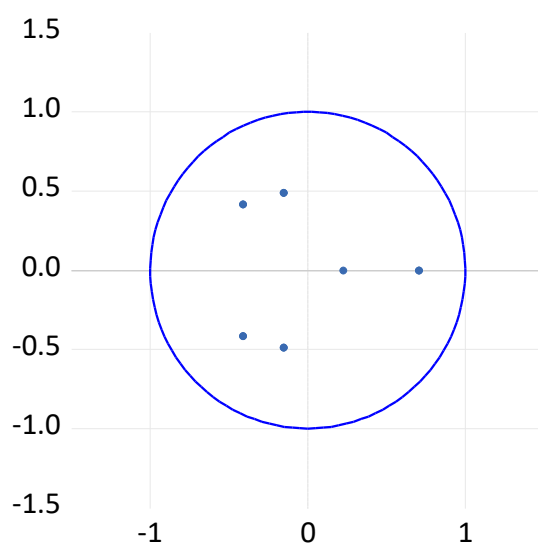
Raíces inversas del polinomio característico AR



Fuente: elaboración propia.

Figura 5. Prueba de estabilidad del modelo VAR DlogEJuárez-DlogE-EUA

Raíces inversas del polinomio característico AR



Fuente: elaboración propia.

Se estimaron las funciones de impulso respuesta para cada uno de los modelos con la finalidad de explicar la influencia que tienen un choque no

anticipado en la evolución de las variables que conforman el sistema. La idea era identificar la duración de dicho impacto, su sentido y significancia estadística. En este estudio interesaba explicar lo que les ocurre a los ciclos del empleo manufacturero de ciudad Juárez ante cambios en la misma variable nacional y de los EUA, los resultados se presentan en las Figuras 6 y 7. Claramente los choques son transitorios no duran más de seis meses y tienden a desaparecer en el tiempo. El empleo manufacturero responde a los cambios en la economía nacional y americana pero solo por un tiempo muy corto después vuelve a su senda ordinaria, esto se confirma con el cálculo de la medida LINK que se presenta enseguida.

Figura 6. Respuesta a un choque del empleo nacional
sobre el empleo en Juárez

Respuesta de DlogEJuárez a un choque de DlogENacional

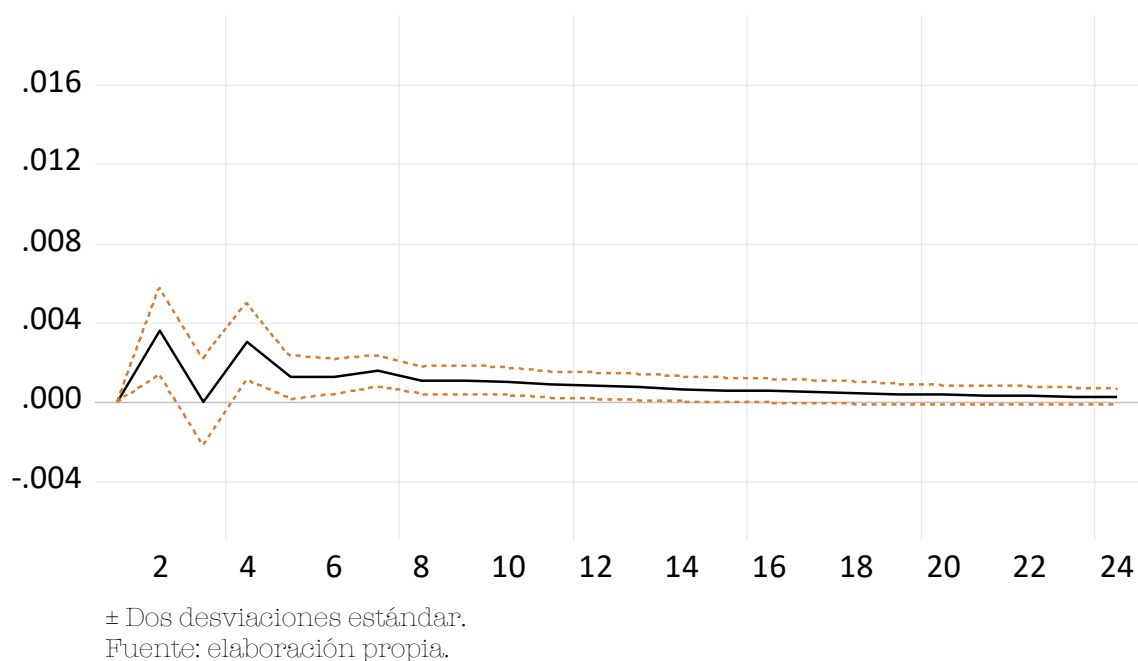
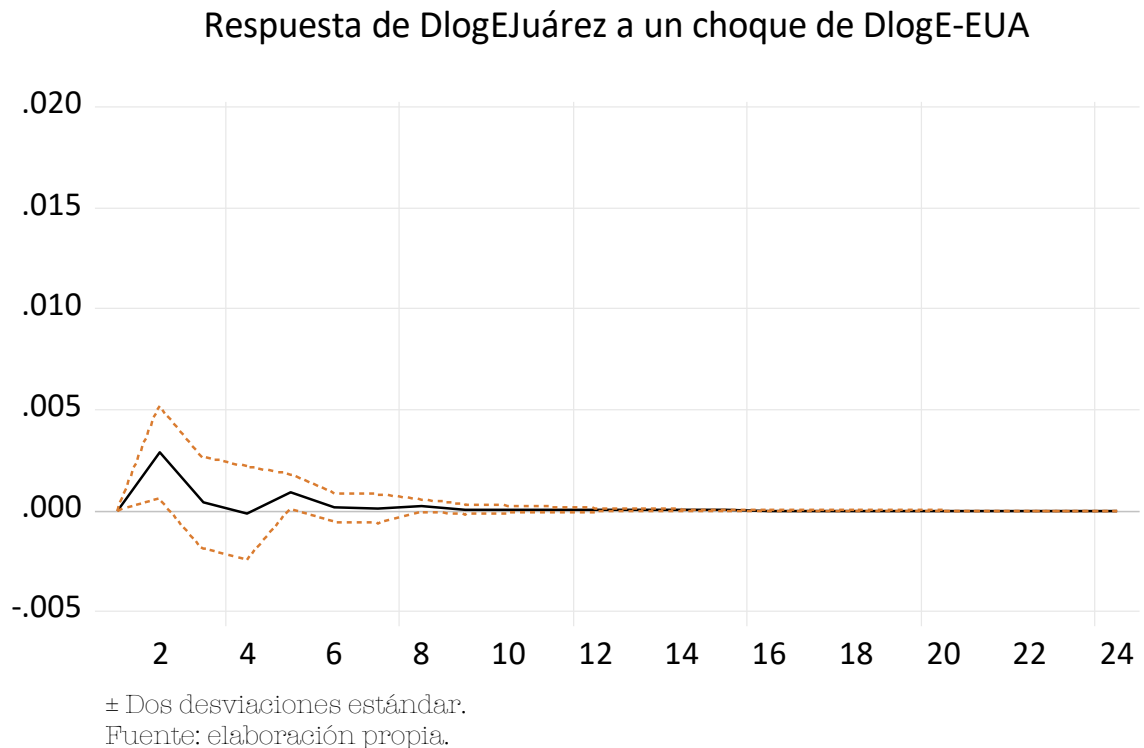


Figura 7. Respuesta a un choque del empleo en los EUA
sobre el empleo en Juárez



Cuadro 5. Sincronización LINK. Empleo manufacturero
en Juárez, México y los EUA

	VAR LINK (h=1)		VAR LINK (h=24)	
	DlogENacional		DlogEJuárez	
DlogEJuárez	0.00	8.73	100.00	91.26
	DlogE-EUA		DlogEJuárez	
DlogEJuárez	0.00	2.29	100.00	97.70

h: número de meses.
Fuente: elaboración propia.

En el Cuadro 5 se presentan los resultados centrales de este reporte de investigación, ya que se calculó la medida LINK o descomposición de varianza a partir de los modelos VAR, en el caso de las series del empleo manufacturero en Juárez y en México se encontró que en el tiempo crece la sincronización de las variables, pero es muy bajo el valor ya que finaliza en 8.73, por lo que las

variaciones del empleo manufacturero en Juárez se explican más por su trayectoria histórica.

En el caso del comparativo con la serie de los EUA el resultado es similar, en el primer mes no existe sincronización y comienza a observarse a partir del segundo y en diciembre del segundo año la sincronización es de 2.29. Estos resultados son análogos a los reportados por Sánchez-Juárez y García-Almada (2018), con la diferencia de que en aquel trabajo se utilizaron datos de empleo formal total permanente (y producción industrial en los EUA). En base a los hallazgos puede concluirse de forma preliminar que los ciclos del crecimiento del empleo manufacturero en ciudad Juárez responden principalmente a su comportamiento histórico y menos a los cambios en los ciclos nacionales o de los EUA. ¿Significa esto que no existe relación entre las series? La respuesta es no, ya que, sí existe sincronización, pero esta es débil (al menos de acuerdo con la técnica y los datos utilizados).

CONCLUSIONES

Hoy como en el pasado México enfrenta importantes retos en materia económica, a los que se suman la epidemia de SARS-COV-2, la que ha conducido a una contracción importante de la producción de bienes y servicios, incremento de la informalidad, desempleo y aumento en el número de pobres extremos. Ante este contexto el capítulo que se presentó tuvo como finalidad aportar evidencia regional sobre el comportamiento del empleo manufacturero, en particular lo ocurrido en ciudad Juárez, Chihuahua, México, un espacio geográfico caracterizado por ser entrada/salida del país, frontera con la economía más importante del mundo.

Con la investigación se lograron identificar tres ciclos completos en ciudad Juárez y cuatro recesiones, además se cumplió con el objetivo de determinar el grado de sincronización de los ciclos del empleo formal manufacturero entre ciudad Juárez, la nación y los EUA. Los hallazgos resultan fundamentales, ya que los tomadores de decisiones públicos pueden utilizarlos en su tarea de dinamizar la generación de empleo y crear

condiciones para que sean más duraderas las expansiones y más cortas y menos graves las recesiones. Los datos obtenidos y presentados informan que la epidemia hasta ahora ha tenido un impacto menor en materia de empleo manufacturero y esto se explica por la baja sincronización con los ciclos de empleo nacional y americano, en cierta medida la ciudad ha resentido poco los choques foráneos, por lo que debe trabajarse en la creación de condiciones tecno-productivas locales para que la ciudad pase de ser un enclave exportador manufacturero basado en la inversión extranjera directa a un polo de desarrollo que sirva como ejemplo para el desarrollo económico regional.

En resumen y atendiendo al objetivo planteado en la investigación, el primer ciclo de crecimiento del empleo manufacturero identificado para Juárez (midiendo de fondo a fondo) fue del 2003/03 al 2009/06, una duración de 76 meses; un segundo ciclo del 2009/06 a 2014/04 con duración de 59 meses y un tercero de 2014/04 a 2020/01 que duró 70 meses. Las recesiones fueron cuatro, pero solo dos tuvieron implicaciones graves en materia de empleo, la primera del 2007/11 al 2009/06 con un decrecimiento promedio mensual de 1.81% y la del 2000/09 a 2003/03 con un decrecimiento promedio mensual de 0.94%.

Del cálculo del coeficiente de correlación, el resumen estadístico y las gráficas de los ciclos se adelantaba que el empleo manufacturero en Juárez estaba más relacionado con los movimientos en la misma variable nacional que la americana, para confirmar esto se estimaron modelos VAR y la medida LINK, confirmandose que el LINK entre las series $DlogE_{Juárez}$ vs $DlogE_{Nacional}$ era de 0.00 en el primer mes y 8.73 tras 24 meses, mientras que entre las series $DlogE_{Juárez}$ vs $DlogE_{EUA}$ era de 0.00 en el primer mes y 2.29 al finalizar el segundo año. Los resultados sugieren que los ciclos de crecimiento del empleo manufacturero de Juárez dependen más de su propia trayectoria y de otras variables no consideradas en este estudio (presentes en el error estocástico de los modelos estimados) que será importante encontrar y analizar, lo que configura la agenda de investigación.

Para terminar, se considera necesario que las autoridades impulsen una política para el desarrollo local que se centre en crear industrias

manufactureras propias en sectores de alta tecnología, elevada rentabilidad y que se caractericen por brindar opciones laborales con salarios elevados. Dado que localmente se cuenta con recursos del fideicomiso de puentes fronterizos se recomienda usar dicha fuente de ingresos para crear clústeres de alta tecnología que se encuentre vinculados con las instituciones de educación superior y la industria internacional, en la actualidad ya se cuenta con al menos dos centros de este tipo por lo que es necesario aumentar su número. En conclusión y a reserva de desarrollarlo ampliamente en otros reportes de investigación resulta urgente ejecutar una política industrial activa con visión de largo plazo, esto sin duda abonará a crear empleos de calidad y mantener en este sentido a la economía de Juárez cercana a su potencial o tendencia.

REFERENCIAS

- Almendra-Arao, G, González-Estrada, A. y Mora-Flores, J. (2008). Los ciclos económicos de México y sus regularidades empíricas. *Agrociencia*, 42(3), 299-311.
- Calderón, C. (2012). Crisis y ciclos económicos de México de 1896 al 2010: un análisis espectral. *Argumentos*, 25(70), 105-128.
- Calderón, C. y Hernández, L. (2017). Integración económica, crisis económicas y ciclos económicos en México. *Contaduría y Administración*, 62(1), 64-84.
- Calderón, C., García, R. y Cruz, S. (2017). Sincronización comercial e industrial en el TLCAN, un estudio de sincronización de fase. *Economía, Teoría y Práctica*, 46, 5-40.
- Chiquiar, D. y Ramos, M. (2005). Trade and business-cycle synchronization: Evidence from Mexican and U.S. manufacturing industries. *The North American Journal of Economics and Finance*, 16(2), 187-216.
- Christiano, L. y Fitzgerald, T. (2003). The band pass filter. *International Economic Review*, 44(2), 435-465.
- del Rey, E., Goetz, R., Planells, N., Silva, J. y Xabadia, Á. (2014). *Prácticas de economía con ordenador*. Madrid: Antoni Bosch Editor.

- Delajara, M. (2012). Sincronización entre los ciclos económicos de México y Estados Unidos. Nuevos resultados con base en el análisis de los índices coincidentes regionales de México. Banco de México, Documento de Trabajo, 2012-01.
- Delajara, M. (2013). Comovimiento y concordancia cíclica del empleo en los estados mexicanos. *Economía Mexicana*, 22(2), 297-340.
- Díaz, E. y Mendoza, M. (2012). Crisis y recuperación económica en los estados de la frontera norte. Un análisis de los ciclos económicos. *Estudios Fronterizos*, 13(25), 89-130.
- Díaz, M. y Huerta, J. (2020). Co-movimiento entre los índices de confianza del consumidor de México y Estados Unidos 2001-2018. *Economía, Sociedad y Territorio*, 20(62), 123-150.
- Erquizio, A. (2007). Identificación de los ciclos económicos en México, 1949-2006. *Problemas del Desarrollo*, 38(150), 235-250.
- Erquizio, A. (2010). Recesiones regionales en México: diversidad y causas. *Análisis Económico*, 25(60), 81-113.
- Erquizio, A. y Ramírez, R. (2014). La recesión de 2009 y la expansión 2010-2012 en las entidades federativas de México. *Estudios Fronterizos*, 15(30), 181-213.
- Erquizio, A., Ramírez, R. y García, J. (2021). Gran contracción 2020 en México. Una perspectiva global, nacional y regional. Ciudad de México: Mc Graw Hill.
- Fragoso, E., Herrera, J., y Castillo, R. (2008). Sincronización del empleo manufacturero en México y Estados Unidos. *Economía Mexicana*, 17(1), 5-47.
- Heat, J. (2011). Identificación de los ciclos económicos en México: 30 años de evidencia. Realidad, Datos y Espacio. *Revista Internacional de Estadística y Geografía*, 2(2), 19-31.
- Hodrick, R. y Prescott, E. (1997). Post-war U.S. business cycles: An empirical investigation. *Journal of Money, Credit and Banking*, 28(4), 1-16.
- Lincicome, S. (2021). Manufactured crisis “deindustrialization,” free markets, and national security. *Policy Analysis*, 27, 1-57.

- Lorenzi J. y Berrebi M. (2016) The impact of deindustrialization. En: A violent world. Londres, Palgrave Macmillan.
- Loría, E. y Salas, E. (2014). Ciclos, crecimiento económico y crisis en México. Estudios Económicos, 29(2), 131-161.
- Mejía-Reyes, P. (2003). Regularidades empíricas en los ciclos económicos en México: producción, inversión, inflación y balanza comercial. Economía Mexicana, 12(2), 231-274.
- Mejía-Reyes, P., Martínez, J. y Rendón, W. (2005). Ciclos económicos clásicos en la producción industrial de México. Investigación Económica, 64(254), 91-124.
- Mejía-Reyes, P., Gutiérrez, E., y Farías, C. (2006). La sincronización de los ciclos económicos de México y Estados Unidos. Investigación Económica, 45(258), 15-45.
- Mejía-Reyes, P. (2007). Expansions and recessions in the Mexican states: a classical business approach. Paradigma Económico, 3(5), 7-38.
- Mejía-Reyes, P. y Campos-Chávez, J. (2011). Are the mexican states and the United States business cycles synchronized? Evidence from the manufacturing production, Economía Mexicana, 20(1), 79-112.
- Mejía-Reyes, P. y Erquizio, A. (2012). Expansiones y recesiones en los estados de México. Ciudad de México: Pearson.
- Mejía-Reyes, P. y Silva, D. (2014). Sincronización internacional de los ciclos del empleo de los estados de México, 1998-2012. Paradigma Económico, 6(2), 59-93.
- Mejía-Reyes, P., Díaz, M. y Vergara, R. (2017). Recesiones de México en los albores del siglo XXI. Problemas del Desarrollo, 48(189), 57-84.
- Mejía-Reyes, P., Rendón-Rojas, L., Vergara-González, R. y Aroca, P. (2018). International synchronization of the Mexican states business cycles: Explaining factors. The North American Journal of Economics and Finance, 44, 278-288.
- Mendoza, M. (2012). Fluctuaciones económicas en las entidades federativas de la frontera norte de México. Ciudad de México: Pearson.

- Pesaran, M. y Shin, Y. (1998). An autoregressive distributed-lag modelling approach to cointegration analysis. *Econometrics and economic theory in the 20th century: The Ragnar Frisch centennial symposium*, 31, 371-413.
- Phillips, K. y Cañas, J. (2008). Regional business cycle integration along the US-Mexico border. *The Annals of Regional Science*, 42, 153-168.
- Sánchez-Juárez, I y García-Almada, R. (2018). Ciclos del empleo en Ciudad Juárez, León y Mérida, 2000-2017. *Revista Iberoamericana de Estudios Municipales*, 9(18), 31-59.
- Sánchez, I. y García, R. (2019). Del estancamiento estabilizador al dinamismo productivo en México. *Paradigma Económico*, 11(2), 181-203.
- Sánchez-Juárez, I. (2019). Ciclos económicos en México: Identificación, duración y profundidad. *EconomíaUNAM*, 16(47), 93-108.
- Sánchez-Juárez, I. y Esparza, E. (2020). Empresas mexicanas ante el COVID-19. *Economía Actual*, 13(14), 39-43.
- Sherwood-Call, C. (1988). Exploring the relationships between national and regional economic fluctuations. *Economic Review*, 3, 1-24.
- Torres, A. y Vela, O. (2003). Trade integration and synchronization between business cycles of Mexico and the United States. *The North American Journal of Economics and Finance*, 14(3), 319-342.
- Wooldridge, J. (2015). *Introductory econometrics: A modern approach*. Nueva York: Cengage
- Zuccardi, I. (2002). Los ciclos económicos regionales en Colombia, 1986-2000. *Documentos de Trabajo sobre Economía Regional y Urbana*, 25.

CARACTERIZACIONES DE LA PRECARIEDAD LABORAL: SU
CONFIGURACIÓN EN DOS ESTADOS DE LA FRONTERA NORTE, 2009-
2019

CHARACTERIZATIONS OF JOB INSECURITY (LABOR
PRECARIOUSNESS): ITS CONFIGURATION IN TWO NORTHERN BORDER
STATES, 2009-2019

MARÍA DE LOURDES AMPUDIA RUEDA *

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUÁREZ

MYRNA LIMAS HERNÁNDEZ†‡

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUÁREZ

*Profesora Investigadora del Instituto de Ciencias Sociales y Administración de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Estudios de Maestría en Economía Regional (Generación 1996-1998) por el Centro de Investigaciones Socioeconómicas (CISE) de la Universidad Autónoma de Coahuila y Doctora en Estudios Urbanos por la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8978-024X>. Correo: lampudia@uacj.mx.

†Profesora Investigadora del Instituto de Ciencias Sociales y Administración de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Estudios de Maestría en Economía Regional (Generación 1996-1998) por el Centro de Investigaciones Socioeconómicas (CISE) de la Universidad Autónoma de Coahuila y Doctora en Estudios de Integración y Desarrollo Económico por la Universidad Autónoma de Madrid. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4355-7661>. Correo: mlimas@uacj.mx.

‡ Agradecemos la valiosa participación de Abdul Obed Del Val Gómez y David Arturo Amador Toledo, estudiantes de la Licenciatura en Economía de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez por su desempeño como asistentes de investigación y prestadores de servicio social.

Resumen: Este trabajo tiene como propósito describir algunas especificidades de la precariedad laboral de trabajadores residentes en dos estados de la frontera Norte: Chihuahua y Texas, en el periodo 2009-2019. Las discusiones vertidas sobre cómo entender o medir la precariedad implica reconocer su complejidad y determinar dimensiones de análisis e indicadores. En este caso, se revisa el concepto desde los estudios del trabajo. Los resultados obtenidos se derivan del análisis de indicadores y datos de empleo descargados desde las bases de datos de la ENOE-INEGI y del Bureau of Labor Statistics. En suma, se observó que los salarios mínimos en Chihuahua y Texas son muy desiguales. Existen trabajadores que cubren jornadas laborales muy largas que ponen en riesgo su salud y seguridad. Se apreció también una enorme brecha entre los ingresos de los trabajadores chihuahuenses y texanos, así como condiciones asimétricas en materia de seguridad social. En esta revisión, una lección aprendida es que el análisis con enfoque de género y desde diversos especialistas es una condición necesaria para dar cuenta de esta problemática y sugerir líneas de acción.

Palabras clave: Mercado laboral, calidad del empleo, población ocupada, vulnerabilidad, Economía regional

JEL: R23

Abstract: This paper aims to describe some specificities of the precariousness of workers residing in two states of the northern border: Chihuahua and Texas, in the period 2009-2019. The discussions about how to understand or measure precariousness involve recognizing its complexity and determining dimensions of analysis and indicators. In this case, the concept is reviewed from the studies of work. The results obtained are derived from the analysis of indicators and employment data downloaded from the databases of the ENOE-INEGI and the Bureau of Labor Statistics. In sum, it was observed that minimum wages in Chihuahua and Texas are very unequal. And there are workers who cover very long working hours that put their health and safety at risk. There was also a huge gap between incomes of Chihuahuas and Texans workers and asymmetric social security conditions. In this review, a lesson learned is that analysis with gender focus and from various specialists is a necessary condition to account for this problem and suggest lines of action.

Keywords: labor market, work quality, occupied population, vulnerability, Regional Economy

JEL Code: R23

INTRODUCCIÓN

Las personas productivas que se ocupan durante determinada etapa de su vida buscan seguridad económica. Ello depende de tener un empleo que les proporcione ingresos suficientes para el disfrute de entornos sin carencias. Pero, si las personas son susceptibles a padecer condiciones con carencias, inestabilidad o falta de recursos, sin duda, requiere reconocerlas como agentes vulnerables que han de encarar ambientes de precariedad.

Si ponemos el énfasis en el tema de la precariedad, entendido como “la falta de”, cabe reconocer que no existe un único formato en su manifestación; por lo que puede expresarse en diversos ámbitos. Por ejemplo, podemos hablar de precariedad financiera, educativa, de vivienda, alimenticia, precariedad en las condiciones de vida, en la salud, política, laboral, entre otros tipos; lo que, en suma, significa presencia de dificultades.

La importancia de reflexionar que toda persona tiene derecho a disponer de oportunidades que le brinden certeza, al ofrecer su trabajo a cambio de un salario suficiente y prestaciones laborales adecuadas que le brinden una vida digna, fue el punto de partida para revisar qué ocurre en Chihuahua y Texas en materia laboral y verificar si hay indicios de precariedad en los trabajadores de esos estados.

La primera razón que justifica la elección territorial es el debate que ha generado la sustitución del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) por el Tratado entre México, Estados Unidos y Canadá (T-MEC o USMCA). Desde 2019, ese debate ha exhortado el diálogo trilateral para garantizar condiciones aceptables de trabajo en cada país a partir de discutir y reconocer los salarios mínimos, las horas de trabajo y seguridad y la salud en el trabajo como derechos laborales internacionales, conforme a los lineamientos de la Organización Internacional del Trabajo (OIT). Eso significa que tales derechos laborales deben aplicarse en Chihuahua y Texas.

La segunda razón fue el contexto coyuntural derivado de la pandemia Covid-19. La prohibición del cruce temporal de personas vía terrestre en sentido norte-sur en territorio fronterizo, a partir del 20 de marzo de 2020 y

hasta septiembre 2021 (o más allá), ha tenido consecuencias. La restricción a viajes no esenciales afectó el cruce de mexicanos con visa de turista hacia Texas impactando dinámicas cotidianas, familiares, laborales y económicas.

Si hablamos de la movilidad en la región fronteriza Juárez-El Paso, por ejemplo, las cifras de Barajas y Radilla (2020) son significativas. Basadas en el Bureau of Transportation Statistics 2020, afirman que el cruce de peatones y automóviles entre esas dos ciudades fue mayor a 7.5 millones y 10.5 millones, respectivamente en 2019. El cruce de trabajadores de Chihuahua en Estados Unidos fueron casi 29,100 en 2019. Si fuera el caso que estos trabajadores no tuvieran visa de trabajo, significaría que de un día para otro se quedaron sin empleo. Lo cierto es que, a raíz de la pandemia, las restricciones de movilidad de personas paralizaron el cruce promedio de 625,000 peatones al mes ocasionando caídas en el consumo y el cierre temporal o permanente de diversos negocios ubicados en una u otra ciudad.

Sin restar importancia a la coyuntura, enfoquemos la atención en el periodo seleccionado para llevar a cabo nuestro análisis: 2009-2019. Tal elección se basó en dos motivos. El primero se debió a la disponibilidad de datos en las fuentes de información: oficinas del Censo de los Estados Unidos y de estadísticas del trabajo (U.S. Census Bureau), Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE) y el apartado México en cifras del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, inegi.org.mx). Según la revisión de las bases de datos, el nivel de desagregación más completo en México es a nivel estatal, por lo que hubo que optar por esa ruta y descartar un abordaje a nivel municipal en ambos países.

El segundo motivo fue el Objetivo 8 Trabajo decente y crecimiento económico de la agenda 2030 de las Naciones Unidas. Restan nueve años para indagar si se conseguirán las metas de: pleno empleo y productivo a nivel global, el trabajo decente para todas las mujeres y los hombres, la igualdad de remuneración por trabajo de igual valor, la protección de los derechos laborales, y la promoción de un entorno de trabajo seguro para cada trabajador apelando la inclusión de personas con empleos precarios (un.org). Por ende, conocer las características circunstanciales en Chihuahua-Texas en 2019 en

algunas de esas metas permitirá saber si en la región hay condiciones adecuadas encaminadas a cumplir parcial o totalmente con las protecciones y garantías promovidas por los ODS -y T-MEC- en tanto buscan crear ambientes sin precariedad laboral.

El objetivo de este artículo es describir cuáles circunstancias y especificidades caracterizaban las dinámicas laborales en los estados fronterizos de Chihuahua y Texas en 2009-2019 para advertir la presencia, ausencia o magnitud de condiciones de precariedad en los grupos de población residente ocupada. Ante ello, las preguntas para estructurar el contenido de este artículo fueron ¿bajo cuáles formulaciones teóricas y campos de estudio recientes se ha configurado el abordaje de la precariedad y la precariedad laboral? y ¿cuáles datos o indicadores hacen posible describir el panorama laboral de la región Chihuahua-Texas y destacar ambientes con o sin precariedad laboral?

El problema de interés en este trabajo se centró en dar a conocer cuáles circunstancias laborales dieron soporte al personal ocupado en Chihuahua y Texas en el periodo 2009-2019 para distinguir si hubo deterioro en las condiciones de trabajo en la región y/o advertir si los mecanismos sugeridos por el T-MEC o el ODS #8 ayudarán a evitar la precariedad.

La dinámica laboral existente en ambos lados de la frontera plantea dos supuestos: a) las personas ocupadas en Texas cuyos ingresos recibidos son en dólares y que residen en Chihuahua son menos vulnerables a condiciones de vida precarias, aunque es complejo confirmar que experimentan precariedad laboral. De manera alternativa, b) si ocurre que las personas ocupadas en Texas o en Chihuahua residen en su país es probable que al acceder a niveles de ingresos mínimos suficientes experimentan la precariedad.

Estas reflexiones permiten puntualizar que la firma del T-MEC y el incremento salarial decretado en los estados de la frontera norte de México buscan generar cambios favorables en el panorama laboral y su análisis puede abordarse desde una perspectiva económica cuantitativa. Sin embargo, la comprensión de la precariedad puede estudiarse desde otros enfoques, como el sociológico, para visualizar si los esquemas de las jornadas laborales, las

condiciones del clima laboral, la protección en el trabajo, la pérdida de prestaciones extra-salariales no formales (bonos de asistencia, puntualidad, transporte, etcétera), la seguridad social, entre otros aspectos, pueden interpretarse con base en elementos cualitativos.

En este caso, la presencia de condiciones de precariedad en la población de interés se asoció con revisar la participación laboral por sexo, salarios mínimos, nivel de ingresos del personal ocupado, jornada laboral, condición de seguridad social, y otros. Además, dado que la precariedad laboral admite la descripción de cuestiones objetivas se optó por el enfoque de la economía positiva para describir datos cuantitativos descargados de bases oficiales y digitales de indicadores. Este método guió la investigación. La revisión documental y de bases hemerográficas fueron un soporte para delimitar un marco teórico sobre precariedad y contextualizar a Chihuahua-Texas con base en tres ejes: dinámica económica, ocupación laboral y salarios, y peculiaridades de la región.

Los resultados de esas tareas se presentan a continuación en tres apartados. El primero expone una aproximación teórica a la precariedad laboral. El segundo presenta un contexto del territorio Chihuahua-Texas exponiendo enseguida la descripción de datos e indicadores seleccionados para el estudio de la precariedad laboral. En ese punto, la incorporación de la perspectiva de género propició un giro interesante. Al final se listan conclusiones.

1. HABLEMOS DE PRECARIEDAD: SU SIGNIFICADO DESDE DIVERSOS CAMPOS DE ESTUDIO.

Una precisión sobre el concepto precariedad es que no dispone de un único significado o formato para su estudio. Según se mencionó antes, la precariedad alude a carencias, escasez o falta de recursos e insinúa distintas acepciones. La revisión de literatura científica y académica¹ sobre ese término revelaron

¹ Las bibliotecas revisadas fueron JSTOR, DOAJ, SciELO, EBSCO Connect, Recercat y PubMed Central.

lo siguiente. La precariedad se ha estudiado desde diversos campos de estudio. En ellos, se aluden saberes de sociología urbana, arquitectura, estudios urbanos, ciencia política, ciencia económica, demografía, entre otros; donde los temas de interés son múltiples (Cuadro 1).

Cuadro 1. Campos de estudio que han estudiado la precariedad: una ilustración.

Autores	Enfoque	Concepto	Expresiones de la precariedad
Dammert (2018), Grinberg (2020), Marín, Méndez y Sarmiento (2018)	Estudios urbanos, investigación urbana	Precariedad urbana	Desalojo, disputas por el uso de suelo, tensión por falta de propiedad, apropiación irregular de predios, pobreza urbana, deterioro de inmuebles.
Acosta, Gutiérrez y Joaquín (2018)	Paisajismo Urbanismo estratégico	Precariedad del paisaje	Repercusiones ambientales, acciones colectivas, vulnerabilidad, criminología
Eseverri (2017), Angelelli (2021), Palacios y Mondragón (2021), Ocampo, González y Doncel (2020)	Sociología Ciencia política, Perspectiva histórica comparativa	Precariedad, precariedad laboral	Ausencia de apoyo o progreso, falta de pertenencia social a un lugar, existencia de diferencias entre grupos de población desfavorecidos, mujeres, feminismo, crisis, cooperación, conflictos, precariedad en las vidas, trabajo precario
Rojas (2020), Pérez y Montoya (2018), Duclos (2017)	Ciencias sociales, Geografía, Antropología Arqueología	Precariedad y etnografía, procesos de precarización	Flexibilidad como oportunidad, conceptualización filosófica, método, etnografía de la precariedad, ambiente laboral, economía informal, proceso de precarización, procesos
Palacio (2021), Aja-Valle y Sarrión (2021), Panea (2021)	Teoría política, Derecho, Teoría social, Teoría de género, Filosofía	Producción social de la precariedad, Falta de medios	Democracia, justicia social, la violencia en decretos de protección social reclusorios, normas y control laborales, control social, sujeción, luchas, discursos, vulnerabilidad, fragilidad, escasez

Mendoza, Cruz y Valdivia (2020), Vejar (2017)	Demografía, Psicología, Sociología del trabajo	Precariedad extrema	Experiencias de migración, inestabilidad en profesiones, precariedad en las familias, estrategias de sobrevivencia, privación de empleos y la desigualdad laboral, configuración del empleo, exclusión
Paz y Gamboa (2019), Gaeta y Reyes (2019), Muñoz y Santos (2019)	Educación	Precariedad laboral	Precariedad en la educación y el manejo de nuevas tecnologías, docentes, familia, región, competencias profesionales, era del trabajo digital
Dorado y Deidi (2020) Montemayor (2021) Basualto y Serrano (2021), Polakiewicz y Patrón (2021), Hernández, Cogco y Gómez (2021)	Ciencias económicas, ciencias administrativas y sociales, economía de la información, filosofía de la economía	Precariedad laboral, precariedad juvenil, precariedad de las vidas, política en la precariedad	Modelos y análisis multidimensionales. Perturbaciones en los sectores económicos, industrias, grupos de trabajadores, estimular la informalidad en los empleos, nueva racionalidad, emancipación, alentar esquemas de contratación inadmisibles, daños que pueden implicar escenarios de pobreza, delincuencia, crimen, auto-empleo y disputa en los mercados

Fuente: Elaboración propia con base en referencias citadas en la columna de autores.

El balance general sugiere que la precariedad es un concepto difícil y tiende a relacionarse con aspectos negativos que se traducen en privaciones o esquemas de desigualdad y exclusión que generan daños en los individuos cuyas repercusiones afectan en mayor o menor grado las vidas de la población (no) ocupada y de las familias. Por ello, al reconocer que un determinante principal de la precariedad puede ser la falta de ingresos o de medios, y formalmente esta situación puede resolverse al tener un empleo, se optó por estudiar la precariedad laboral para reconocer sus significados y las maneras de identificarla.

2. PRECARIEDAD LABORAL: ORIENTACIONES TEÓRICAS PARA SU COMPRENSIÓN

El estudio de la precariedad laboral tiene diversos matices, pues se reconoce como factor de transformación a favor de las empresas y en perjuicio de los trabajadores (en tanto estimula esquemas de control para las organizaciones y desproteger a los trabajadores) lo que puede repercutir en las trayectorias. O es un factor de oportunidades que admite acumulación de competencias profesionales, genera cambios en los modelos de empleo y en la reputación de las organizaciones, que al final, crea una “nueva ciudadanía”.

En su comprensión, se sugiere contemplar factores que orientan para estudiar la prevalencia de desprotección de los trabajadores; lo que impide experiencias de tránsito hacia esquemas de emancipación, autonomía o independencia y alienta condiciones laborales desiguales entre la población. Otras propuestas discuten que el empleo asalariado es un factor que define las condiciones de la fuerza laboral, donde hay jornadas intensas de trabajo, ausencia de derechos legales, lo que aumenta ambientes de vulnerabilidad (inseguridad y dependencia) de los trabajadores.

Las revisiones invitan a reflexionar los contextos y circunstancias de la precariedad laboral dado que, si se presentan esquemas favorables para la población trabajadora, surge un anhelo de fomentar ambientes de estabilidad y con calidad en las condiciones de trabajo, por lo que la atención de este tema viene cobrando fuerza en el siglo XXI (Cuadro 2).

Cuadro 2. Precariedad laboral: estudiosos(as) del tema y consideraciones

Autores	Precariedad laboral	Consideraciones clave que vincular
Basualto y Serrano (2021)	Dimensiones: Socioeconómico, socio-estructural y experiencia laboral	Mercados laborales, desregulaciones, esquemas de inseguridad, incumplimiento de derechos laborales, contratos atípicos, bajos salarios, trabajos con baja calidad, estímulo del subempleo (jornadas parciales) o la informalidad, entornos de inestabilidad, flexibilidad o incertidumbre

Macías (2019)	Concepto complejo y multidimensional	Conjunto de procesos que genera efectos negativos en los trabajadores e impide el cumplimiento de expectativas de las personas propiciando el “multi-chambismo” (empleo múltiple)
Martínez-Licerio et al. (2019)	Experiencias de tránsito	Puede motivar a las personas para superarse y hacer frente a ambientes de austeridad
García y Paz (2019)	Garantías en condiciones socioeconómicas. Asegurar vida digna.	Seguridad social es clave para determinar la presencia o ausencia de precariedad en los trabajadores. Tal prestación debe ser una buena práctica en el esquema de contratación de las empresas formales
Hualde, Guadarrama y López (2012) y ESOPE (2005)	Problema multidimensionalidad y complejo. Dimensiones: temporal, organizacional, económica y social	Derechos laborales del grupo de trabajadores (tipo de contrato, trayectoria laboral, condiciones de trabajo, tiempo de trabajo o jornada, turnos, condiciones de pago, estrategias de movilidad, protección o beneficios de seguridad social, accidentes, seguro de desempleo)
Ministerio de trabajo, migraciones y seguridad social del gobierno español (istas.net)	Formas y niveles de intensidad distintos. Dimensiones: inestabilidad en el empleo, vulnerabilidad, menores ingresos y menor acceso a prestaciones y beneficios sociales	Excesos en el horario de trabajo o impago de prestaciones, exposición a riesgos laborales graves, ausencia de documentación de la relación laboral, realización de tareas peligrosas y en las peores condiciones por los trabajadores, menor accesibilidad de población afectada a prestaciones y beneficios sociales, dificultades para acceder a una vivienda digna y a servicios socio-sanitarios esenciales
Hualde, Guadarrama y López (2010) citados en Castañeda (2010)	Dimensiones: sociolaboral, material, física, familiar y comunitaria, identitaria y la psicosocial	Datos de los trabajadores sobre sus conocimientos, formación profesional, evaluación del ingreso y el nivel de vida en el tiempo, condiciones de salud, acceso a redes, identificación profesional ocupacional, efectos emocionales por situaciones de vulnerabilidad y riesgo en la vida laboral

Hualde, Guadarrama y López (2016)	Ausencia de empleos seguros	Políticas de flexibilidad y desregulación, pérdida de prestaciones laborales y sociales de ley; no contratación de seguros médicos privados, no prestación de bonos de productividad, cancelación de primas de antigüedad, ocupaciones “transitorias”, procesos de subcontratación discontinuos
Boffi (2015)	Niveles de precariedad en mercados laborales regionales	Asociación entre el sector formal y el sector informal para verificar que el primero genera empleos estables y protegidos; el segundo, potencia la creación de empleos precarios y marginales. Sector informal es un factor determinante de la precariedad laboral pero no exclusivo.
Amable y Benach (2000), Cano (2004)	Describir condiciones de trabajo (actuales)	Formas atípicas de empleo y malas condiciones de trabajo. No garantía de continuidad en un empleo o de conseguir una trayectoria laboral
García (2016)	Vínculo con la evolución de conceptos relacionados distinguiendo significados	Separar y distinguir los significados de desempleo, subempleo, informalidad, precariedad, trabajo atípico, calidad del empleo y trabajo digno o decente
García (2011), Ariza (2006), Hernández, Martín y Beléndez (2008), Castillo (2015) y Escoto y García (2015)	Incorporación masiva de las mujeres en empleos remunerados y dinámicas derivadas	Acceso restringido a trabajos de tiempo completo, ingresos medios por hora de mujeres y hombres, impulso de migración femenina en búsqueda de empleo, ocupación en puestos de mandos medios o de menor nivel, conciliación familia-trabajo

Fuente: Elaboración propia con base en referencias citadas en la columna de autores.

Sin duda, la evolución conceptual de la precariedad laboral ha requerido acotar el término. Sin embargo, dado este recuento de expresiones y comprensiones del concepto, coincidimos con los autores(as) en que su significado es ambiguo, multidimensional, difícil de medir, cuya complejidad requiere delimitar dimensiones y asociarle con indicadores específicos para

que sea posible operacionalizar cada elemento de su significado y aplicar de manera puntual en cada población o país. Con ese ánimo, se resolvió abordar la precariedad laboral en este artículo desde la rama de los estudios del trabajo y dar muestra de sus vicisitudes.²

3. CHIHUAHUA-TEXAS: CARACTERÍSTICAS GENERALES Y DINÁMICAS PARTICULARES

Chihuahua y Texas conforman un territorio que desde hace décadas ha buscado desarrollar una economía binacional para fortalecer la competitividad en ambos lados de la frontera (Figura 1). Al revisar datos de ambos territorios se observó que, pese a que los niveles de crecimiento poblacional y las condiciones de desarrollo en ambos estados advierten asimetrías, la coordinación de esfuerzos para propiciar mejoras en el plano económico, comercial, laboral, social o político, es una necesidad latente. Chihuahua es un estado federal ubicado en México. La población total en 2020 rebasó los 3.7 millones de personas y el grado promedio de escolaridad de la población de 15 años y más era 10 años.



Fuente: Hernández (2020)

Figura 1. Localización de la frontera Chihuahua-Texas

² Se eligió esa rama por dos razones. Una, porque permite identificar marcos regulatorios que buscan proteger a los trabajadores y dos, puede observarse y dar cuenta qué tipo de vivencias, esquemas o mecanismos se asocian con los trabajadores en relación con sus formas de empleo (jornadas, ingresos, salarios, esquemas de contratación, irregularidades).

La tasa de desocupación se estimó en 3.69%; el personal ocupado en las industrias manufactureras en febrero 2019 era 384,665 personas y el personal ocupado en las empresas constructoras fue 15,098 personas. La variación porcentual del producto interno bruto anual en términos constantes fue 1.7% en 2019 (2020, INEGI y 2021, INEGI), (Cuadro 3).

Cuadro 3. Indicadores sociodemográficos para Chihuahua y Texas

Indicador	Chihuahua (2020)	Texas (2019)
Superficie	247,455 km ² (12.5% del territorio nacional)	695,662 km ² (7% del territorio nacional)
Población total	3,741,869	28,995,881
Edad mediana	29 años	35.1 años
Educación superior	Población de 15 años y más con instrucción superior: 21.7%	84.6% de la población era graduada de preparatoria o de nivel superior
Educación media superior	Población de 15 años y más con instrucción media superior: 23.8%	Población con grado de preparatoria o equivalente: 25.2%
Viviendas particulares habitadas	1,146,395	11,283,892
Población derechohabiente	Población afiliada a servicios de salud: 84.4%	Población que no contaba con cobertura de algún tipo de seguro: 18.4%

Fuente: Censo de población 2020, INEGI y United States Census Bureau, encuesta de la comunidad americana 2019.

En el caso de Texas, estado situado en el sur de Estados Unidos de Norteamérica, la población total era de casi 29 millones en 2019. De las características de educación, un 21.2% de la población estudió en algún colegio sin obtener el grado y el 20% graduó de licenciatura. El número de empresas era 579,168 y la tasa de empleo fue 61.7% en 2019 y en diciembre 2020, el desempleo fue 4% (United States Census Bureau, 2019 y 2020).

Ello hace notar que Texas triplica la superficie de Chihuahua, lo que implica que la población texana es 7.74 veces más grande que la población chihuahuense; y que en conjunto ambos estados concentran cerca de 33

millones de personas.³ Texas multiplica casi por 10 el número de viviendas de Chihuahua lo que advierte la diferencia de recursos requeridos en ambos lados para satisfacer las necesidades básicas de sus habitantes. Adicionalmente, Chihuahua registró que 2.3 de cada 10 de personas con 15 años y más cursó educación media superior en 2020 mientras que en Texas 2.5 de 10 terminó la preparatoria. En cuanto al desempleo, en ambos estados la tasa fue 4% en 2020 y la población sin seguridad social contempló el 15.6% en Chihuahua y el 18.4% en Texas.

En suma, la lectura general de los datos muestra que los habitantes de la frontera tienen “diferentes realidades” cotidianas. No sorprende que la proximidad geográfica de estas dos poblaciones ha procurado diálogos continuos entre autoridades y agentes económicos de ambos territorios, dado el interés de favorecer el flujo continuo de personas, mercancías y capitales, sin obstaculizar las ganancias que generan las interacciones binacionales.

Bajo esa lógica, Wilson, Lee y Van Schoik (2014) observaron que mientras los programas del lado mexicano han buscado estimular procesos industriales relacionados con bienes electrodomésticos, automóviles y productos aeronáuticos, en Texas se ha incentivado y priorizado la provisión de insumos, servicios legales, logísticos y financieros.

Para ellos, los sectores clave de esta economía regional se centran en las industrias de defensa, salud, ciencia biomédica, educación y turismo; lo que presiona a que las empresas inviertan menos en la disponibilidad de mano de obra barata y más en capital humano altamente calificado. Sobre este punto, vale resaltar que el nivel de desarrollo influye en las diferencias en materia laboral, lo que se pone de manifiesto en los perfiles de demandas laborales publicados en distintos avisos clasificados en diarios de la frontera (Figura 2).

³ Esta cifra representa casi el total de población registrada para Perú, Malasia o Mozambique en 2020, según el banco mundial. <https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.POP.TOTL>.

LIMPIA CASAS READY SET MAIDS

READY SET MAIDS busca ayuda! LIMPIA CASAS POR LA MANANA Y/O POR LA TARDE. \$500-\$800 por semana.

Abiertos de Lunes a Viernes DURANTE EL DIA ¡Cerrados los sábados y domingos! Se requiere tu propia transportación. Servimos a Houston, Sugar Land, Katy, Pearland, Spring y mas! Para aplicar ve aqui <https://www.readysetmaids>

SOLICITO señora para limpieza doméstica, de 30 a 50 años, con experiencia, \$2,500 semanal, de Lunes a Viernes de 8:00 a 5:00, 656-634-4104. Cel. 656-215-0678.

Fuente: <https://elclasificado.com/houston> y <https://diario.mx/clasificado/?10>

Figura 2. Anuncios de aviso clasificado en Houston, Texas y Juárez, Chihuahua

La revisión de empleos vacantes en diversas plataformas de Texas y Chihuahua permitió identificar necesidades de contratación de personas para la limpieza doméstica. En ambos anuncios se requiere la prestación del servicio de tiempo completo. Pero, mientras en Texas se ofrece un sueldo de \$500 a \$800 dólares semanales, en Chihuahua tal suma equivale a \$126.58 dólares semanales (19.75×1). Otra diferencia es que el anuncio texano es financiado por una empresa de servicios y la comunicación se atiende a través de un portal electrónico. En cambio, en el caso mexicano la contratación requerida se postula desde un particular y el contacto es directo a través de llamada telefónica.

Desde nuestra experiencia, una práctica común es que personas que residen en el lado mexicano prestan servicios en el lado estadounidense, y viceversa.⁴ Esas dos dinámicas paralelas sugieren que: i) existen mexicanos con doble nacionalidad o bajo el estatus de residente norteamericano que cruzan al lado texano para laborar o atender otras actividades diversas (estudios, comercio, servicios) en el sector formal o informal, y las atienden no solo en condados próximos a la línea fronteriza (El Paso), sino que se mueven

⁴ Algunas personas prestan sus servicios conforme a los requisitos legales y otras más son contratadas de manera informal. Es sabido que residentes del lado mexicano ofrecen servicios de limpieza doméstica, oficios de jardinería, mantenimiento de automóviles y casas, cuidado de personas, actividades educativas, entre otros, con visa de turista y bajo un esquema de informalidad, aunque también hay personal ocupado en diversas empresas y hogares que realizan sus actividades formales con visa de trabajo.

hacia localidades del interior (Houston, Odessa, Austin, San Antonio, Lubbock, Amarillo, Dallas...); y ii) hay norteamericanos que residen en Texas y atienden cargos laborales de nivel directivo o de mando medio en empresas o industrias localizadas en Chihuahua, o bien laboran en Texas y consumen bienes y servicios en el lado mexicano (despensa, servicios de restaurantes, del área de la salud, consumo de medicamentos, transporte, recreación, entre otros).

La acción de reconocer que los residentes de la frontera disponen de alternativas para consumir bienes y servicios en ambos lados, y que algunos constituyen fuerza laboral en una u otra empresa localizada en Chihuahua o Texas, nos llevó a revisar las diferencias salariales para identificar cómo funciona este sistema o “economía regional”. O sea, si estamos de acuerdo en que el nivel de ingreso constituye el recurso fundamental que permite satisfacer las necesidades diarias y hace posible el consumo y el ahorro, y que cada ingreso es el pago recibido por una ocupación, tiene sentido partir del análisis empírico de entender el esquema de los salarios establecidos legalmente en ambos estados fronterizos.

Por lo que respecta al gobierno norteamericano se tiene que fijó un salario mínimo (S.M.) de \$7.25 dólares por hora para todo el país desde julio 2009, aunque con excepciones (Economic Policy Institute, epi.org) y ese monto opera a la fecha. En el caso de México, el consejo de la Comisión nacional de salarios mínimos es la instancia que define los salarios mínimos generales y profesionales que tienen efecto cada año y se publican en el diario oficial de la federación (DOF). A partir de 2021, el salario mínimo definido por jornada de trabajo en las entidades que forman parte de la zona libre fue \$213.39 pesos (\$10.80 dólares al día; 1.35 dólares por hora o 26.67 pesos por hora), excluyendo algunas profesiones (Cuadro 4).⁵

La revisión de salarios mínimos ofrecidos en ambos países sugirió que el pago de una hora de trabajo en Texas en 2021 (7.25 dólares o 143.18 pesos)

⁵ La administración del gobierno federal de México 2018-2024 distingue dos zonas: estados de la frontera norte (zona libre) y el resto del país. En 2020 el S.M. era \$185.56 pesos. En el resto del país, el S.M. a pagar desde enero 2021 fue \$141.70 pesos (\$7.17 dólares por día) y en 2020 era \$123.22 por 8 horas. El incremento estimado 2020-2021 en México fue 15%. Un factor que motivó ese cambio fue la firma del T-MEC.

equivale a una jornada laboral de poco más de cinco horas en el lado chihuahuense.⁶

Cuadro 4. Salarios mínimos y equivalencias en Estados Unidos y México

País	Salario mínimo 2021(dlls)	Pago nominal por jornada	Pago nominal por semana	Salario mínimo 2021 (pesos)	Pago nominal por hora	Pago nominal por semana
Estados Unidos	7.25 dlls/hora	58 dlls/8 horas al día	290 dlls/40 horas	1,145.50 pesos por día/8 horas	143.18 pesos/hora	5,727.50 pesos/40 horas
México	1.35 dlls/hora	10.80 dlls/8 horas al día	54 dlls/40 horas	213.39 pesos por día/8 horas	26.67 pesos/hora	1,066.95 pesos/40 horas

Nota: El tipo de cambio promedio considerado fue \$19.75 pesos por dólar al 19 de enero de 2021 (dof.gob.mx).

Fuente: Elaboración propia con base en datos del Economic Policy Institute y la Comisión Nacional de Salarios Mínimos

Algunas polémicas relacionadas con los aumentos en los salarios mínimos exigieron indagar si hay indicios que permitan detectar condiciones de precariedad laboral. Para ello, la consulta y descarga de datos empíricos hizo posible describir el comportamiento de indicadores vinculados con la población ocupada de interés y observar si se ha accedido a oportunidades o esquemas de protección laboral en el tiempo, o bien, si prevalecen empleos inestables, inseguros, con jornadas parciales y sin seguridad social. Se expone lo encontrado.

⁶ Si se comparan tales equivalencias en 2018, ese año prevalecía una única área geográfica en México. El S.M. era 88.36 pesos diarios (4.74 dólares/día; 52.9% de \$7.25 dólares/hora con 18.63 pesos x 1, DOF). Fuente: www.conasami.gob.mx

4. CARACTERÍSTICAS DEL MERCADO LABORAL EN TEXAS Y CHIHUAHUA: AUSENCIAS O INDICIOS DE PRECARIEDAD LABORAL

En líneas previas anticipamos que la literatura relacionada con la precariedad laboral la enmarcamos en los estudios del trabajo. Sobre ese punto, una ruta orientadora para monitorear esa problemática es indagar variables respecto a salarios, jornadas, inestabilidad, calidad de los puestos, otorgamiento de seguridad social y otros beneficios, disponibilidad de trabajos dignos alineados con las remuneraciones otorgadas o si hay condiciones laborales desiguales para grupos de población, por mencionar algunos.

En este caso, los indicadores seleccionados para describir las peculiaridades que pueden hacer evidente la precariedad laboral en la región de estudio incluyen: i) tasa de participación en el PIB en el estado respecto al país; ii) población ocupada; iii) tasa de participación y tasa de crecimiento del personal ocupado por sexo; iv) población ocupada según jornada laboral u horas de trabajo por sexo; v) salarios de los trabajadores, vi) ingresos del personal empleado por sexo, vii) personal con cobertura de salud, y viii) subocupación e informalidad laboral. El fundamento fue reconocer la complejidad y multidimensionalidad de ese fenómeno y detectar sus diversas formas.

i) Participación económica de Chihuahua y Texas en el país, 2009-2019

Chihuahua y Texas son estados federales cuya participación en las actividades económicas del cada país ha sido importante durante 2009-2019. Chihuahua ha destacado en producción ganadera, minera, industrial y el sector servicios con tendencia hacia la terciarización. En 2014, ocupaba el lugar 13 a nivel nacional por su capacidad productiva (CIDE, 2017). La crisis económica financiera mundial de años previos al 2009 y la decreciente actividad económica provocada por la crisis de violencia y narcotráfico de la región -y del país- afectaron su crecimiento por lo que el desempeño económico fue menor al 3% por más de cuatro años, y a partir del 2013 aumentó a un ritmo

creciente respecto al PIB nacional hasta conseguir un 3.4% en el 2019 (Cuadro 3; INEGI, 2019).

Por lo que compete a Texas, Desarrollo Económico de Texas (2021, gov.texas.gov), indica que ese estado se concibe como la décima economía más grande entre algunas naciones del mundo al ofrecer un clima favorable para los negocios. En su historial se le reconoce por disponer de una fuerza de trabajo de alta calificación favoreciendo acceso a mercados y a servicios globales siendo un líder en comercio internacional y en exportaciones.

Texas concentra servicios y recursos corporativos, financieros, asesoría comercial, capacitación, asistencia legal e infraestructura ferroviaria y vialidades que constituyen puertos de entrada de capitales, mercancías y personas. Ante ese escenario, no sorprende que la participación porcentual del PIB de Texas en relación con el país ha estado por encima del 8.3% desde 2009 y su crecimiento ha rebasado los 9 puntos porcentuales desde 2014 (Cuadro 4).

Cuadro 3. Participación porcentual del PIB de Chihuahua respecto a México, 2009-2019

2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
2.94	2.91	2.87	2.98	3.04	3.03	3.11	3.17	3.21	3.20	3.40

Fuente: Elaboración propia con base en datos del INEGI, 2019.
 Nota: Base 2013; valor %.

Cuadro 4. Participación porcentual del PIB de Texas respecto a Estados Unidos, 2009-2019

2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
8.35	8.34	8.49	8.69	8.96	9.01	9.15	9.05	9.12	9.17	9.27

Fuente: Elaboración propia con base en datos del apps.bea.gov.
 Nota: Base 2012; valor %.

Lo anterior sugiere que en ambas economías prevaleció una estabilidad aparente en el crecimiento económico en la década de estudio lo que anticipa un panorama laboral donde hay empleos y niveles de ingreso garantizados en el grupo de trabajadores. O bien, ausencia de inestabilidad en el empleo,

mayores ingresos y mayor accesibilidad de la población a prestaciones y beneficios sociales conforme a las dimensiones de la precariedad laboral; y evidencia niveles de desarrollo diferentes en uno y otro estado.

ii) Población ocupada, 2009-2019

El comportamiento de la población económicamente activa ocupada (PEA_Ocupada) por sexo en Chihuahua 2009-2019 muestra que su composición tuvo un cambio relevante. La participación de las mujeres ocupadas aumentó de 34 a 38 por cada 100 y este comportamiento se vio reflejado en el caso de los hombres al decrecer su participación en la economía en 4%. En el caso del personal ocupado por sexo en Texas se observa igualmente una menor presencia de hombres laborando en el estado de 2009 a 2019 cuyo porcentaje se redujo en casi dos puntos (Cuadro 5); por lo que la ocupación de las mujeres aumentó de 41.7% a 43.4%. Una característica notable es que la incorporación de las mujeres en trabajos remunerados tendió a aumentar en ambos estados.

Cuadro 5. Distribución porcentual de la población económicamente activa ocupada en Chihuahua y Texas, 2009-2019.

Chihuahua	2009	2019	Texas	2009	2019
Hombres	65.51	61.78	Hombres	58.27	56.53
Mujeres	34.49	38.22	Mujeres	41.73	43.48

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI y U.S. Bureau of Labor Statistics

Mientras los grupos femeninos se adhirieron a esquemas de seguridad que inducen a la emancipación o independencia, los varones vieron alteradas sus condiciones de trabajo y pago, lo que pudo derivar en afectaciones emocionales y riesgos en su vida laboral o en una situación de tránsito. La limitación de datos impide confirmar lo ocurrido, aunque es sabido por las exigencias de los roles del género.

iii) Tasa de participación y tasa de crecimiento del personal ocupado por sexo, 2005-2019

El crecimiento de población ocupada (PO) en la región de estudio arrastró las secuelas de la crisis de inicios de siglo. En el lado mexicano, cerca de 6 de cada 10 hombres y 4 de cada 10 mujeres tenían empleo durante 2005-2019 (Cuadro 6). Pero la tasa de crecimiento del personal ocupado de 2005-2009 fue 3.4% para los hombres y 1.6% para las mujeres. Y en el lapso 2015-2019 tal crecimiento aumentó casi a 6% para ellos y cerca al 25% en el caso de las mujeres. El estado del lado norteamericano muestra un patrón similar a la contraparte mexicana; 6 de cada 10 ocupados eran hombres y 4 de cada 10 eran mujeres de 2005-2019 (Cuadro 7).

Cuadro 6. Tasa de participación porcentual y tasa de crecimiento del personal ocupado por sexo en Chihuahua, 2005-2019

Año	2005	%	2009	%	Δ % 2005-2009	
Hombres	858,003	65.11	887,772	65.51	3.47	
Mujeres	459,871	34.89	467,447	34.49	1.65	
Total	1,317,874	100	1,355,219	100	2.83	
Año	2015	%	Δ % 2009-2015	2019	%	Δ % 2015-2019
Hombres	1,002,402	65.58	12.91	1,060,587	61.78	5.80
Mujeres	526,004	34.42	12.53	656,199	38.22	24.75
Total	1,528,406	100	12.78	1,716,786	100	12.33

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI

Sin embargo, el ritmo del crecimiento de los datos sí varía considerablemente. En el lapso 2005-2009, la tasa de crecimiento de los varones en Texas fue 3.3% y 0.41% para las mujeres; en 2009-2015 tales cifras cambiaron a 13.3% y 18.5% respectivamente.

Cuadro 7. Tasa de participación % y tasa de crecimiento del personal ocupado por sexo en Texas, 2005-2019

Año	2005	%	2009	%	Δ % 2005-2009	
Hombres	4664	57.56	4821	58.27	3.37	
Mujeres	3439	42.44	3453	41.73	0.41	
Total	8103	100	8274	100	2.11	
Año	2015	%	Δ% 2009-2015	2019	%	Δ % 2015-2019
Hombres	5462	57.16	13.30	5913	56.52	8.26
Mujeres	4094	42.84	18.56	4548	43.48	11.09
Total	9556	100	15.49	10461	100	9.47

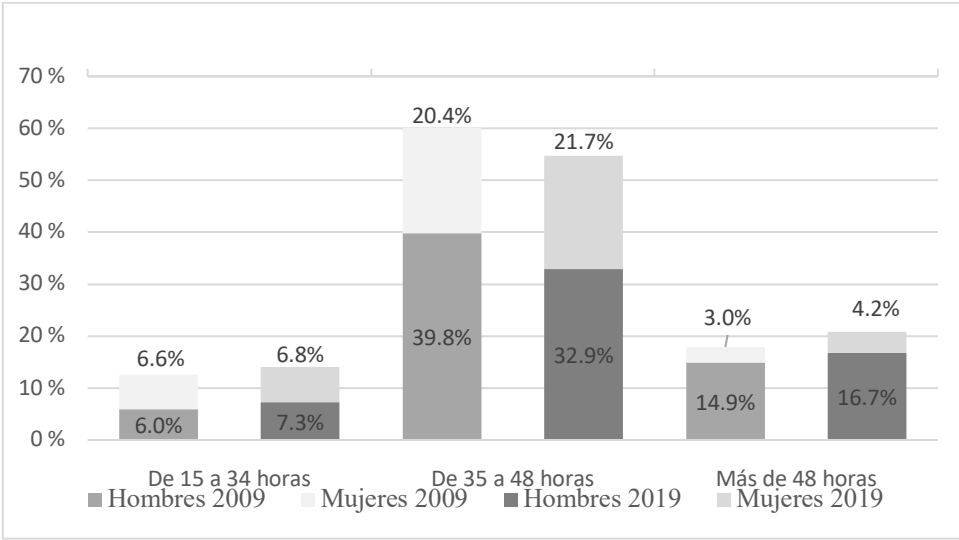
Fuente: Elaboración propia con datos de United States Bureau of Labor Statistics

En 2015-2019 las empresas siguieron demandando más los servicios de las mujeres y de hombres, cuya a tasa de crecimiento varió menos, revelando precariedad para ambos grupos. Las tendencias de los datos en uno y otro estado anticipan dos situaciones: se confirma la decisión de las mujeres de atender al menos una doble jornada en su trayectoria personal en la región ya que además de cumplir con las tareas domésticas se insertaron en actividades susceptibles de remuneración. Queda pendiente revisar que los salarios recibidos se consideraban suficientes o si los trabajos advertían características de precariedad. Por ejemplo, faltan datos para verificar si ambos grupos vieron alteradas sus condiciones de salud al ocuparse, si ejercieron profesiones, si realizaron tareas peligrosas o hicieron frente a riesgos laborales, o si fueron protegidos sus derechos, entre otras.

iv) Población ocupada según jornada laboral y horas de trabajo por sexo, 2009-2019

Según la duración de la jornada de trabajo puede ilustrarse la inestabilidad o inseguridad de los trabajadores. En el caso mexicano, las jornadas disponibles en los datos consultados contemplan tres esquemas: 15-34, 35-48 o más de 48 horas trabajadas por semana. Lo “normal” es considerar que una jornada de tiempo completo es 35-40 horas.

En el caso de Chihuahua, la precarización se hace obvia en 2009 toda vez que el 60.2% de los trabajadores(as) dedicaban entre 35 a 48 horas semanales al trabajo y 1.8% más de 48 horas (Figura 5). Diez años más tarde, la proporción bajó a 54.6% y aumentó a casi el 21% respectivamente. Esto puso de manifiesto una caída de los salarios que exigió un aumento de las jornadas laborales dejando sin posibilidades a los trabajadores de incrementar sus ingresos con opciones complementarias e incluso sin tiempo para el ocio y el descanso. En cuanto a Chihuahua 1 de cada 5 mujeres cubrieron jornadas de 35 a 48 horas en 2009-2019 mientras que en el caso de los hombres eran 3.9 de cada 10 en 2009 y 3.3 de cada 10 en 2019. En el caso de las jornadas de 15 a 34 horas y mayores de 48, en 2019 los hombres superaban el número de mujeres en 4 veces la participación (16.7% eran hombres y 4.2% eran mujeres).

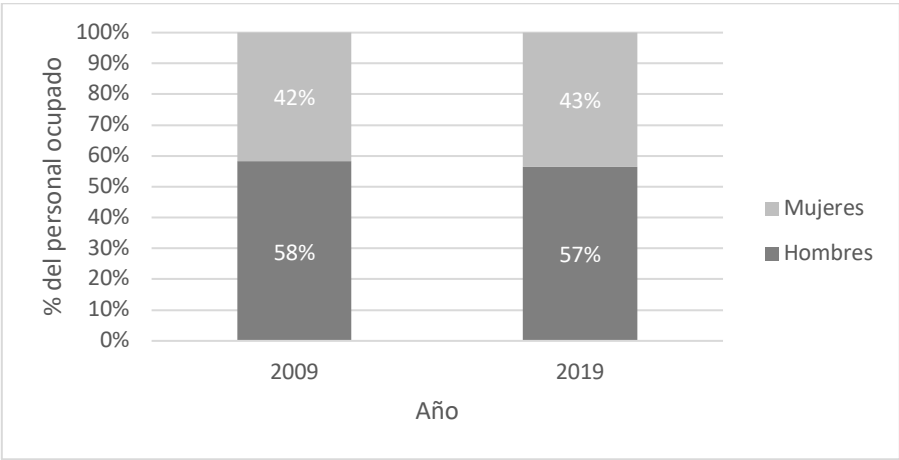


Fuente: Elaboración propia con datos de la ENOE-INEGI

Figura 5. Distribución de la PEA ocupada por sexo según jornada laboral en Chihuahua, 2009-2019

Por su parte, en la década 2009 a 2019, Texas registró una caída en la población ocupada de sexo masculino y un incremento en la población ocupada de sexo femenino (Figura 6). En este caso, las jornadas contemplan también tres esquemas, aunque con distinta duración: 1-14, 15-34 o 35 horas o más de trabajo por semana. Los datos para 2018 distinguen jornadas

laborales menores de 35 horas o 35 horas o más por semana en Texas. En ese registro, 6 de cada 10 hombres cubrían en mayor número las jornadas completas (35 horas o más por semana) mientras que al mayor porcentaje de mujeres (6 de cada 10) correspondió atender jornadas laborales de tiempo parcial, menores a 35 horas semanales (Cuadro 8).



Fuente: Elaboración propia con datos de United States Bureau of Labor Statistics

Figura 6. Población ocupada por sexo en Texas, 2009-2019

Cuadro 8. Población ocupada según horas de trabajo semanal por sexo en Texas, 2018 (%)

Horas por semana	35 horas o más	Menos de 35 horas
Hombres	57.66%	38.49%
Mujeres	42.34%	61.51%

Fuente: Elaboración propia con datos de United States Bureau of Labor Statistics

En cambio, la disponibilidad de datos de 2010 y 2018 respecto a las jornadas laborales atendidas por hombres y mujeres en Texas distinguen que en ambos años la participación era prácticamente 50% de cada grupo (Cuadro 9). En 2010 el 33.8% de los hombres declaró haber trabajado 35 horas o más y en 2018, fue el 35%. En el caso de las mujeres, el 35% declaró haber laborado en el último año y una de cada 4 cubrieron jornadas de 35 horas o más por semana en el periodo; lo que sugiere que laboraron horas extras o turnos extendidos.

Cuadro 9. Porcentaje de hombres y mujeres que trabajaron en los últimos 12 meses y por duración de jornada en Texas, 2010-2018

Grupo	Hombres 2018	Mujeres 2018	Hombres 2010	Mujeres 2010
Total	50.14	49.86	50.01	49.99
Trabajó los últimos 12 meses	40.67	34.73	40.01	34.34
Usualmente trabajaba 35 o más horas por semana	35.04	25.73	33.88	25.11
Usualmente trabajaba de 15 a 34 horas por semana	4.61	7.34	5.09	7.48
Usualmente trabajaba de 1 a 14 horas por semana	1.01	1.65	1.05	1.75

Fuente: Elaboración propia con datos de United States Bureau of Labor Statistics

Cabe destacar que la minoría cubrieron jornadas de 34 horas o de menor duración en 2010 y 2018. Pero, alrededor del 5% de la población masculina atendió jornadas de 15 a 34 horas por semana (las mujeres representaban casi el 7.5% en la misma jornada laboral) lo cual permite inferir el trabajo precario en la población; lo que posiblemente alteró la conciliación familia-trabajo al sugerir prácticas de subempleo o informalidad.

v) Salarios mínimos de los trabajadores, 2007-2019

El ingreso de los trabajadores(as) es una variable significativa para analizar la precariedad y las condiciones laborales. En el caso mexicano, el salario mínimo se define por día con una jornada de 8 horas. La Comisión nacional de salarios mínimos sugiere que Chihuahua ha mostrado una tendencia variable en la tasa de crecimiento del salario de 2007 a 2019. Los cambios durante 2008-2016 oscilaron en la banda de 3.99% a 4.85% (Cuadro 10). A partir de 2016-2017, el salario mínimo diario aumentó en 9.58% y de 2018 a 2019 cambió en un 100% al pasar de 88.36 a 176.72 pesos diarios nominales; representando \$883.60 pesos para una jornada de 40 horas y \$3,534.40 pesos nominales para un mes (\$182.93 dólares por mes a un tipo de cambio de 19.32 pesos por dólar conforme al DOF).

Cuadro 10. Salario mínimo en pesos diarios nominales en Chihuahua,
2007-2019

Año	Pesos mexicanos diarios	Variación porcentual (% respecto al año anterior)	Año	Pesos mexicanos diarios	Variación porcentual (% respecto al año anterior)
2007	50.57	--	2014	67.29	3.91
2008	52.59	3.99	2015	70.1	4.18
2009	54.8	4.20	2016	73.04	4.19
2010	57.46	4.85	2017	80.04	9.58
2011	59.82	4.11	2018	88.36	10.39
2012	62.33	4.20	2019	176.72	100.00
2013	64.76	3.90	-	-	-

Fuente: Comisión Nacional de Salarios Mínimos, México. Salarios vigentes al 1 de enero de cada año. Fecha de publicación 23 de diciembre de 2020. Disponible en www.gob.mx/conasami

Para marzo 2019, el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social en México estimó una canasta alimentaria (80 productos, solo alimentos) y equivalía a \$1,563 mensuales u 80.90 dólares (\$19.32x1). En marzo 2018 tal canasta costaba \$1,483 al mes (2019, Charua y 2020, Castillo). El monto de \$1,563 representó 8.8 días de trabajo, o 70.75 horas laboradas (casi dos semanas) significando deuda para las familias para cubrir otras necesidades (vivienda, salud, educación, ocio, transporte).

En el caso de Texas, el salario mínimo establecido desde julio 2009 es 7.25 dólares por hora (aunque puede ascender a 15.25 dólares por hora), lo que equivale a un ingreso promedio de 290 dólares por 40 horas (1,160 dólares en 4 semanas), equivalente a una jornada de tiempo completo en México (Cuadro 11). Eso significa que si el rubro de alimentos de la canasta básica en Texas (cubre alimentos, pago de seguro, educación, salud, actividades recreativas, transporte y alquiler de una vivienda) se estimaba en \$296 dólares al mes por persona, los ingresos obtenidos en las tres semanas restantes le permitirían destinarlo para cubrir otros gastos con miras a tener una vida “aceptable” y respetable y más aún cuando este estado sureño se considera de los menos caros para vivir (Biblioteca Financiera; Romero, 2019 en Infomigration y Desarrollo Económico de Texas).

Cuadro 11. Salario mínimo en dólares nominales por hora en Texas,
2009- 2019

Año	Dólares por hora	Variación porcentual (D% respecto al año anterior)	Salario mínimo por 35 horas/semana	Salario mínimo por 40 horas/semana
2007	5.15	--	180.3	206.0
2008	5.85	13.59	204.8	234.0
2009	6.55	11.97	229.3	262.0
2010	7.25	10.69	253.8	290.0
2011-2018	7.25	0.0	253.8	290.0
2019	7.25	0.0	253.8	290.0

Fuente: Elaboración propia con datos de U.S. Bureau of Labor Statistics (bls.gov) y Rodríguez (2019)

Nota. En una jornada laboral mayor que 40 horas por semana, el pago por hora extra es 1.5 veces la tasa usual por hora pagada para el o la trabajadora.

El alza al salario mínimo en Texas ha ido en descenso entre 2007 y 2010 pero en adelante tal disposición se mantiene constante. En 2019, el salario mínimo para una jornada de 35 horas semanales era 253.8 dólares y 290 dólares al cubrir 40 horas por semana.

Un análisis ilustrativo por sector para 2018 muestra que un salario promedio mensual en Texas en ese año en la industria manufacturera era \$6,470 dólares equivalente a poco menos de \$129,500 a un tipo de cambio de 19.99x1 (Cuadro 12). En cambio, el salario mensual promedio estimado para dicha industria en Chihuahua en 2018 fue \$11,137.40 o sea 557.14 dólares (11.6 veces menos). Y en el sector comercio, en Texas el salario mensual promedio era \$80,779.58 pero en Chihuahua tal suma era equivalente a \$4,036.49 pesos. Del mismo modo, la diferencia entre el salario promedio mensual en Texas en 2018 equivalía a \$4,625.42 dólares en el sector servicios y en Chihuahua era de \$271.37 dólares al mes.

Cuadro 12. Salario promedio mensual en Texas y Chihuahua por sector, 2018

Sector	Salario promedio mensual en Texas (dóls) 2018	Salario promedio mensual en Texas (mxn) 2018
Industria manufacturera	6,470.67	129,413.33
Comercio	4,038.98	80,779.58
Servicios	4,625.42	92,508.32
Sector	Salario promedio mensual en Chihuahua 2018 (cifras en pesos)	Salario promedio mensual equivalente en Texas 2018 (19.99x1; cifras en dóls)
Industria manufacturera	11,137.40	557.14
Comercio	4,036.49	201.92
Servicios	5,424.87	271.37

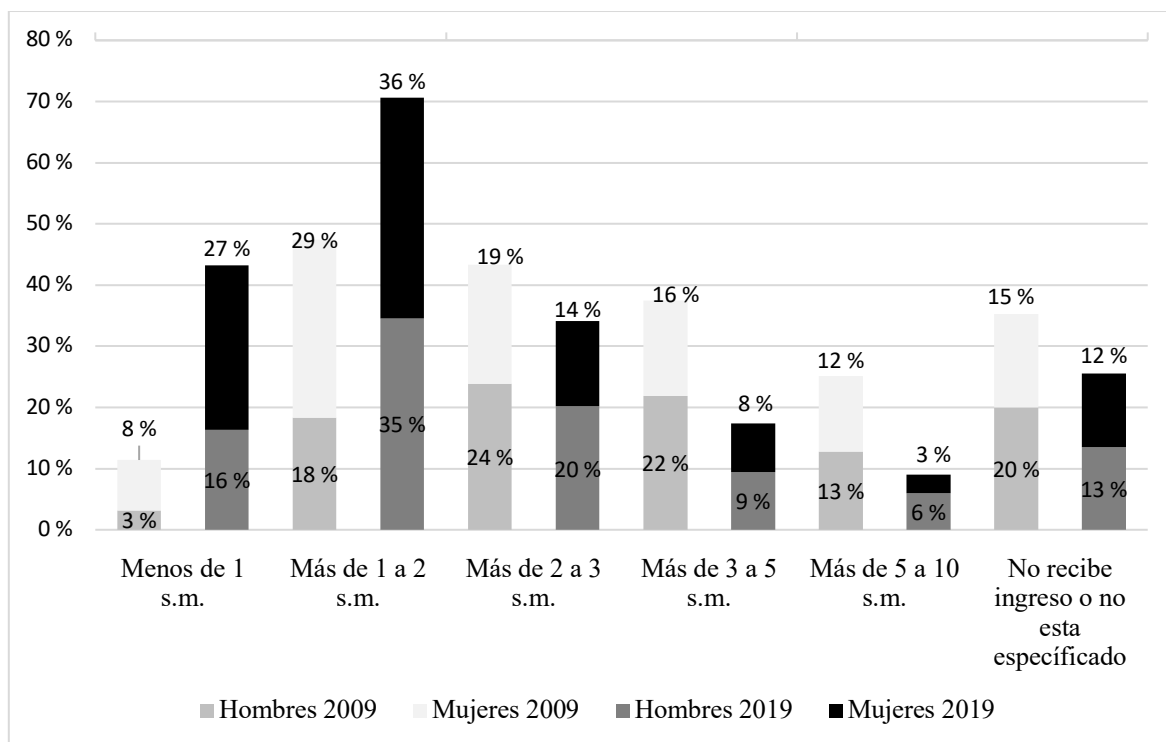
Fuente: Elaboración propia con datos de United States Bureau of Labor Statistics

Notas: Tipo de cambio 19.99 pesos por 1 dólar. # de salarios mínimos por mes MX = remuneración mensual del trabajador / salario mínimo mensual. Salario mínimo mensual= salario x día *30.3 para año. USA. Salario mínimo por hora por año. WMH * num de horas trabajadas por día= wxd. WAx wr = suma de todos los ingresos por salarios en 365 días. W mensual x wr= WAx wr/12 meses. # Ws mensual x wr =(WMH * hs)*30.3. Salarios en dóls vs salarios en pesos

En términos de la precariedad, se percibe que los salarios ofrecidos en un país u otro presentan diferencias significativas. Independientemente del sector en el cual esté ocupada la población trabajadora se deduce que en ambos países la industria manufacturera asigna montos mayores de ingresos para cubrir los salarios del personal contratado. El comercio exhibe que mientras que en el territorio estadounidense el salario promedio es \$4,038 dólares, y del lado mexicano tal cifra es \$4,036.49; lo que sugiere que la brecha es de 20 meses laborados. La precariedad también se aprecia en el lado mexicano en el sector servicios dado que una jornada laboral mensual reditúa un salario promedio de \$5,424.87 teniendo que trabajar 17 meses para obtener el salario del lado texano. En estos datos, el cuestionamiento es resolver si los trabajos disponibles brindan ingresos dignos o decentes.

vi) *Ingresos de los empleados y las empleadas por sexo, 2007-2019*

Los datos de la ENOE (INEGI) del nivel de ingresos en el periodo de estudio mostraron lo siguiente. En Chihuahua, la PEA ocupada por sexo y nivel de ingresos reveló que los trabajadores(as) percibían en su mayoría entre 1 a 3 salarios mínimos y conforme se incrementaba el salario decreció el porcentaje de participación equivalente (Figura 7). Esto significa que como efectos de la crisis estructural que se vivió en el año 2009 se obtuvo una caída significativa del empleo, así como la pérdida del poder adquisitivo, por lo que los trabajos fueron recuperándose muy lentamente a lo largo de la década. Aunque la creación y ocupación de más trabajadores(as) mejoró, la precarización se hace evidente en términos de la distribución de los ingresos de la PEA ocupada, pues la concentración en los ingresos por salarios mínimos tuvo una significativa reducción de los ingresos de los trabajadores.



Fuente: Elaboración propia con datos de la ENOE- INEGI

Figura 7. Distribución % de la PEA ocupada por sexo según nivel de ingresos en Chihuahua, 2009-2019

La tendencia mostró un aumento en la concentración del ingreso en el segmento de más de 1 y hasta 2 salarios mínimos pasando de 18.3% a 34.5% en 2009-2019. En el segmento de más de 2 a 3 salarios mínimos, los ingresos cayeron ese decenio, solo 1 de cada 5 trabajadores ganaron ese monto en 2019 (antes era el 24%). Los ingresos de las mujeres revelaron que el nivel salarial de 1 a 2 salarios mínimos captó cerca del 36% en 2019 al igual que el grupo que recibió menos de un salario mínimo (27%).

Cuadro 13. Tasa salarial de trabajadores asalariados y trabajadores por horas con ingresos iguales o inferiores al salario mínimo federal vigente y los ingresos medios de los trabajadores pagados por hora en Texas, por sexo, promedios anuales, 2007-2017

Año	Número de trabajadores (en miles) Tasas salarial por hora		Ingresos medios (en dólares)		Ingresos medios de las mujeres como porcentaje de los ingresos medios de los hombres (anual)
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	
2007	2895	2690	11.54	9.86	85.4
2008	2932	2595	11.99	10.02	83.6
2009	2944	2652	12.10	10.15	83.9
2010	3022	2741	12.13	10.24	84.4
2011	3081	2816	12.32	10.85	88.1
2012	3118	2942	13.05	10.84	83.1
2013	3288	2981	12.82	11.11	86.7
2014	3394	2961	13.70	11.22	81.9
2015	3180	2890	13.82	11.76	85.1
2016	3204	2983	14.10	12.18	86.4
2017	3250	3040	14.84	12.52	84.4

Fuente: United States Bureau of Labor Statistics. Southwest Information Office. bls.gov/regions/southwest/news-release/minimumwageworkers_texas.htm#Table1

Los datos de Texas sugieren que el número de trabajadores pagados por hora en ese estado en 2007 era casi 6 millones de personas; 2.8 millones de hombres y poco menos de 2.7 millones de mujeres (Cuadro 13). Los ingresos ganados por hora por los hombres ese mismo año (mediana) fueron 11.54 dólares y las mujeres obtuvieron un monto de 9.86 dólares, lo que sugiere que

el colectivo femenino ganó alrededor del 85.4% de los ingresos del sexo opuesto. Para 2017, la tendencia fue que las mujeres ganaron alrededor del 84.4% de los pagos recibidos por los hombres; ellos tuvieron un ingreso medio de 14.84 dólares por hora y ellas solo 12.52 dólares. Esto confirma que el grupo de mujeres trabajadoras de ambos lados de la frontera sufren mayor precariedad respecto a los ingresos de los varones lo que puede reflejar procesos de contratación discontinuos y condiciones laborales desiguales.

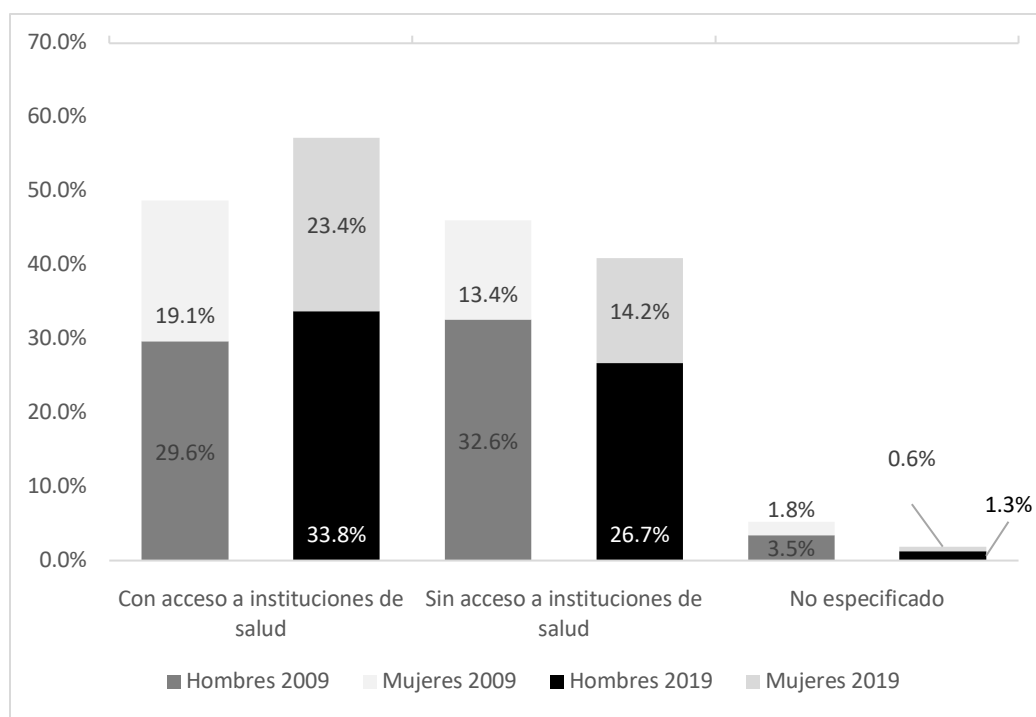
vii) Personal derechohabiente o con cobertura de salud, 2009-2019

La seguridad social puede brindar certeza al trabajador para el disfrute de una vida digna. El análisis del personal ocupado respecto a las condiciones de acceso a la salud en 2009-2019 exhibe cierta mejora en la calidad de vida de los trabajadores(as) en Chihuahua. En 2009, el 48.7% del personal contaba con acceso a instituciones de salud y en 2019 tal condición favoreció al 57.2 % de la fuerza laboral (Figura 8). Sin embargo, la población no derechohabiente en el periodo registró un descenso en el caso de los hombres sin acceso a instituciones de salud (de 3.6 de cada 10 pasó a 2.6 de cada 10), pero hubo un aumento en el grupo de las mujeres sin seguridad social (cambió de 13 por cada 100 a 14 por cada 100).

En México, la protección de la salud es un pendiente en el sistema público. La oferta de servicios para los derechohabientes presenta carencias en términos del personal contratado, especialistas, falta de medicamentos y de insumos básicos, así como diversos déficits en materia de infraestructura. En el caso de los servicios privados, la apertura de consultorios médicos y prestación de servicios médicos en farmacias de primer nivel han intentado complementar la cobertura y atención de las instituciones públicas.⁷ Por ello,

⁷ En general, el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales para los Trabajadores del Estado (ISSSTE) y el Sistema de Protección Social en Salud son los responsables de la cobertura en materia de salud y seguridad social, pero imperan varias fallas como ambientes de austeridad.

la alternativa en la cobertura médica implica contratar seguros de gastos médicos mayores (personal, familiar, empresarial).



Fuente: Elaboración propia con datos de la ENOE-INEGI

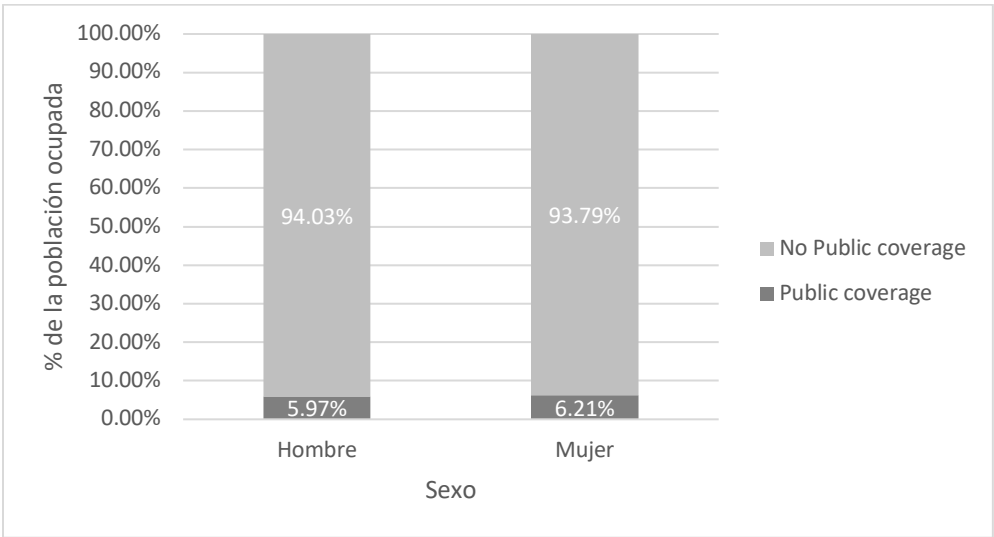
Figura 8. PEA ocupada por sexo según condiciones de acceso a la salud en Chihuahua, 2009-2019

Las coberturas pueden incluir traslados de ambulancia, medicamentos, atención dental, ayuda para maternidad, pago de prima deducible de impuestos, hospitalización, tratamientos médicos, médico 24 horas, asistencias telefónicas o consultas a domicilio, terapias, entre otros. En el caso de particulares, los costos de un seguro dependen del sexo de la persona, de su edad (18-70 años) y de su historial médico; aunque la suma asegurada puede ser similar.⁸ Si un pago promedio requiere desembolsar 12 mil pesos anuales

⁸ Según Hernández (2020), un seguro de gastos médicos mayores para una mujer de 30 años de edad puede costar entre 13,782.00 a 40,487 pesos al año donde la suma asegurada oscila entre los 40 y 100 millones de pesos. Pero si el asegurado es varón, el costo del seguro para una persona de 30 años va desde los \$10,964 pesos a los \$30,411 pesos donde la suma asegurada va también de 40 a 100 millones de pesos. Las principales ocho firmas aseguradoras que concentraban alrededor del 67.3% del mercado en México para mayo 2020 eran: Allianz, AXA, BBVA, GNP, Inbursa, Mapfre, Plan seguro y Seguros Monterrey (2020, El

nominales, el trabajador debió trabajar 135.8 días de su vida, o sea, 4.5 meses de su vida para cubrir un seguro (2018: 88.36 pesos/día de S.M.).

En 2018, la mayoría de los trabajadores en Texas con cobertura de salud disponía de algún seguro privado. Del total, 9 de cada 10 personas no tenían una cobertura en algún sistema de salud público; tal acceso se obtenía mediante contrato del servicio privado (Figura 9). De acuerdo con Texas Department Insurance, un seguro de salud en Texas puede obtenerse por 5 alternativas: si el empleador lo ofrece; al comprar un plan que provee una asociación, sindicato o iglesia; el servicio se da a través de una compañía de seguros o algún agente; que el mercado federal de seguros de salud provea el servicio; o bien, a través de un programa de gobierno (sujeto a aprobación) tal como Medicare, Tricare o Medicaid.⁹



Fuente: Elaboración propia con datos de United States Census Bureau

Figura 9. Personal ocupado con cobertura pública de salud por sexo en Texas, 2018

Universal). Sin duda alguna, el sexo de la persona representa una condición significativa en el seguro a contratar.

⁹ En cuanto a los costos, las primas de seguro dependen de la edad de la persona beneficiada, el lugar de residencia, si se consume tabaco o no y si la cobertura es para una persona o para una familia. Para 2019, la ley federal estableció una cantidad límite para pagar algún plan privado. Tal suma equivalía a \$7,900 dólares si el seguro era para una persona y \$15,800 dólares si la cobertura era para una familia de 4 personas (Texas Department Insurance; 2021, tdi.texas.gov/pubs/consumer/cb005s.html).

En Texas hay cuatro tipos de planes de salud (HMO-Health Maintenance Organization, EPO-Exclusive Provider Plans, PPO-Preferred Provider Benefit Plans y POS-Point of Service Plans). Según el plan, se ofrece una menor o mayor gama de servicios (ambulatorios, de emergencia, hospitalización, cuidados de maternidad y para recién nacidos, medicamentos con receta, servicios de laboratorio, servicios pediátricos, servicio de manejo de enfermedades crónicas, entre otros) y están disponibles para la población en general. En este caso, un pago promedio de \$8,000 dólares anuales por el seguro de una persona considerando el salario mínimo de \$7.25 dólares por hora requería destinar \$666.67 dólares por mes, equivalente a 91.95 horas de trabajo. Es decir, si gana \$58 dólares/8 horas al día se requieren 11.49 días de trabajo por mes para cubrir esa necesidad.

Sin duda, una tarea pendiente en este apartado es diferenciar la calidad de los puestos de trabajo, los esquemas de contratación, las condiciones socioeconómicas de la fuerza de trabajo, las condiciones de pago, el conjunto de prestaciones y las fuentes de trabajo que inducen a identificar los beneficios que se derivan de la seguridad social.

viii) Subocupación e informalidad laboral

En el caso de Chihuahua, la ENOE reporta que 5.7 personas de cada 10 estaban ocupadas en 2014, esta tasa de participación tuvo un aumento constante hasta el 2018 con 60.7%, bajó en 2019 a 59.7% y mejoró en 2020. En el primer trimestre del 2021 apenas alcanza el 58.5% siendo las mujeres las más afectadas particularmente en el año 2019.

Otro aspecto de la precariedad laboral sucede cuando los trabajadores no logran incorporarse a trabajos donde sus cualificaciones no son remuneradas de forma adecuada o se ocupan en trabajos con menor remuneración y habilidades requeridas. Así la tasa de subocupación en Chihuahua aumentó en el periodo posterior a la crisis del 2009, elevándose de 3.4% en 2014 a 5% en 2019 y hasta 7.5% en 2021, siendo este año más significativo para las mujeres 7.6%.

En cuanto a la informalidad laboral, es relevante señalar que la ocupación en el sector informal en el estado es relativamente baja respecto a otros estados del país. Esta tasa ha fluctuado entre el 16.1% en 2014, bajó durante los siguientes tres años a un promedio de 15.6% y aumentó nuevamente en 2019 hasta el 16.4%. Para efectos de tiempos de pandemia cabe señalar que la tasa de ocupación informal se redujo hasta el 14.5% (2020-2021). Asimismo, la tasa de informalidad en Chihuahua varió entre el 2014 al 2019 entre 37.2 y 37.7%, pero en el primer trimestre de 2021 se redujo a 34.2%. El énfasis en el trabajo informal se dio en 2015 para el caso de los varones al alcanzar una tasa de informalidad laboral de 39.9% y para el caso de las mujeres eso fue en 2019 con el 35.4%. En el caso de Texas, fue difícil encontrar datos similares.

CONCLUSIONES

El estudio de la precariedad implica prestar atención a la falta de recursos o padecer carencias. Desde los estudios laborales, la precariedad laboral es un abordaje de complejidad transdisciplinar que requiere asociarlo con diversas dimensiones e indicadores que en ocasiones es difícil medir. Esta dificultad se advierte mayor desde la necesidad de documentarse sobre las regulaciones internacionales, nacionales, regionales, estatales o locales en el plano laboral que rigen en los territorios. Ello incluye cotejar la presencia de sindicatos en las empresas o en distintas dependencias, conocer cuáles prestaciones están establecidas normativamente y se cumplen en determinado sector o empleo e incluso es conveniente precisar el conjunto de derechos laborales que dan soporte a cada trabajador(a). De lograrse este registro, otra conveniencia es disponer de ese tipo de datos y otros más desagregados por sexo que hagan posible detectar diferencias entre el personal (no) ocupado con base en el enfoque de género. Un formato orientador sugiere definir las dimensiones precisas que han de asociarse con propuestas de medición objetivas que induzcan a formular modelos y análisis que den cuenta de la magnitud de la precariedad laboral o que corroboren los significados de ese concepto.

Sin embargo, la complejidad de su abordaje es tal que se ha recomendado incluir elementos subjetivos en su comprensión diferenciando las condiciones en trabajos (no) manuales, si es requerido (menor) mayor grado de escolaridad a los trabajadores, cómo la condición de género se vincula con el tipo de empresas que demandan trabajadores, si el trabajo es (no) rutinario o si prevalece la (no) feminización de ocupaciones, entre otros aspectos.

Las características descritas en el plano laboral advertidas en Chihuahua y Texas sugieren puntualizar los siguientes aspectos: i) los aumentos al salario mínimo significan una disyuntiva para los empleadores debido a que deben decidir si les conviene gastar más para cubrir los costos del factor trabajo y reducir el margen de sus utilidades o considerar alternativas (llámese incentivos) que minimicen sus costos contemplando condiciones laborales precarias para los trabajadores. ii) un conflicto de interés para quienes emplean trabajadores(as) requiere monitorear si la oferta de salarios altos y la prestación de otros beneficios garantizan desempeños eficaces por parte de las personas empleadas, lo que se verá reflejado en las utilidades o generará altos costos. Y, iii) por el lado de la fuerza laboral, es conducente indagar si quienes dedican menores esfuerzos en los empleos formales corren el riesgo de ser despedidos(as) y que sean sustituidos por otras personas; o en su caso, deben optar por empleos informales a costa de que les sean negados aumentos de sueldo y se involucren en ambientes precarios que garanticen su desprotección laboral.

En nuestro caso, el objetivo de conocer cuáles condiciones laborales refiere expresiones de precariedad en los estados fronterizos en 2009-2019 da cuenta del siguiente patrón: i) Chihuahua y Texas son dos economías interdependientes y estratégicamente localizadas en la zona fronteriza norte México-sur Estados Unidos que buscan brindar condiciones de bienestar a sus residentes, aunque diversos factores dan paso a situaciones de desprotección. ii) En la década de estudio, es innegable la existencia de un considerable número de trabajadores(as) que contaban con salarios seguros en la región pero que no necesariamente tienen asegurados niveles de vida dignos para ellos(as) y sus familias. iii) El personal ocupado en Texas obtiene ingresos

promedio muy altos en comparación con los bajos ingresos promedio que reciben los trabajadores(as) de Chihuahua. Sin embargo, en ambos estados existe un porcentaje importante de empleados asalariados que cubren intensas jornadas de trabajo con una duración mayor a 35, 40 o hasta 48 horas por semana y algunos más con subocupación horaria no cuentan con seguridad social. iv) La única variable en la que se observó que están mejor representadas las mujeres es en prestaciones, por su alta participación en la industria maquiladora o en el comercio. Esta tendencia puede interpretarse como parte de las estrategias familiares, ya que las mujeres generalmente actúan en favor de la prevención y beneficio de los hijos y la familia. Por eso, aun y cuando reciben menores remuneraciones eligen tener seguro social para sus hijos o familiares y prestaciones como créditos a la vivienda. v) En Chihuahua y Texas no hay certeza de garantizar el pleno empleo a largo plazo. Es incierto brindar una igualdad de remuneración para hombres y mujeres por un mismo empleo y es incierto brindar entornos de trabajo seguros para cada trabajador. vi) Es posible que el trabajo informal el caso de Chihuahua generará mayores condiciones de precariedad, particularmente en los hombres.

Por ende, se requiere centrar la atención en los esquemas de protección que puedan derivarse del ejercicio del T-MEC en Estados Unidos, México y Canadá, y dar seguimiento al monitoreo que se realice del cumplimiento de las metas establecidas en el objetivo 8 de la agenda 2030 de las Naciones Unidas.

Las líneas de investigación que complementarían los estudios sobre precariedad laboral sugieren conocer qué implica para los trabajadores(as) quedarse sin empleo, qué significa tener acceso a ingresos que no cubren la canasta básica o documentar qué representa para cada persona ocupada tomar la decisión de cumplir dobles o triples jornadas que confrontan la conciliación entre trabajo y familia. En esa revisión, el entendimiento de los mercados laborales regionales requiere confirmar la dinámica vertida entre las ocupaciones formales, las informales y las remuneradas que tienen lugar desde uno u otro espacio.

Sin duda, la precariedad laboral requiere estudiarla alentando la participación de profesionales de distintas disciplinas de modo que los hallazgos obtenidos con base en investigaciones puntuales permitan establecer sinergias, acciones, cursos y políticas encaminadas no solo a proteger las condiciones laborales de cada persona ocupada en la región fronteriza sino que hagan frente a problemas estructurales (violencia, crisis económica, altas tasas de desempleo, tasas de crecimiento negativas) para evitar ambientes nocivos y de vulnerabilidad en la población.

REFERENCIAS

- Acosta, J. María; Yurrita Gutiérrez y Pedro Joaquín (2018). Precariedad paisajística, obstáculo para la movilización ambiental: Cuauhtepc, norte de la ciudad de México. En Tla-melaua. Enero 2018. 12(44). pp. 182-207. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-69162018000100182&lng=en&tlng=en
- Aja-Valle, Jaime y José Sarrión (2021). El nuevo humano flexible: la precariedad como factor de transformación de las normas y del control laborales. En Isegoría, no. 64 (mayo), e10. Disponible en <https://doi.org/10.3989/isegoria.2021.64.10>
- Angelelli, María (2021). La precariedad de las vidas en la Córdoba neocolonial. En Con X, issue 7, Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Periodismo y Comunicación Social. Argentina. Disponible en <https://doaj.org/article/5f6c131b25da4d67b3f7b4538ef9dbe4>
- Ariza, Marina. “Mercados de trabajo urbanos y desigualdad de género en México a principios del siglo XXI”. En La situación del trabajo en México, coordinado por Enrique de la Garza y Carlos Salas, 277-411. México: Instituto de Estudios del Trabajo (IET), Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), Centro Americano para la Solidaridad Sindical Internacional, AFL-CIO y Plaza y Valdés Editores, 2006

- Palacio, Martha (2021). Teoría social de la justicia y producción social de la precariedad. En *Isegoría*, no. 64. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. España. En <https://doi.org/10.3989/isegoria.2021.64.08>
- Basualto, Macarena y Fabiola Serrano (2021). Precariedad laboral juvenil en Chile. En *Revista del Centro de Estudios de Sociología del Trabajo* [online]. Issue 13, pp. 105-130. Universidad de Buenos Aires. Disponible en <http://eds.b.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=0&sid=782313a2-d247-4d1f-a9ca-5aaa248ccaae%40sessionmgr102&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc210ZT11ZHMtbGl2ZQ%3d%3d>
- Boffi, Santiago (2015). Precariedad laboral en las regiones argentinas: una cuestión pendiente. En *Estudios DEPS Desarrollo económico y política social*. 9 de abril, 2015. En estudiosdeps.org
- Cano, Ernest (2004). Formas, percepciones y consecuencias de la precariedad. *Mientras tanto*. Nop. 93. Invierno 2004. Pp. 67-81. Icaria Editorial.
- Castañeda, Marcela (2010). Precariedad laboral y condiciones de vida: trayectorias laborales de jóvenes trabajadores de la industria del vestido en Torreón, Coahuila (2001-2010). Tesis de maestría. Maestría en desarrollo regional. Tijuana, B.C.
- Castillo Fernández, Dídimo (2015). La deslocalización del trabajo y la migración hacia Estados Unidos. La paradoja de la “migración de los puestos” En *Trabajo global y desigualdades en el mercado laboral*. Dídimo Castillo Fernández, Norma Baca Tavira y Rosalba Todaro Cavallero (Coordinadores). Universidad Autónoma del Estado de México. Facultad de Ciencias Políticas y Sociales. México. pp.61-90
- Castillo, Lucía (2020). ¿Cuánto cuesta la despensa? Canasta básica sube 100% en el último año. 21 de febrero de 2020. En unotv.com/noticias/portal/nacional/detalle/cuant-cuesta-la-despensa-canasta-basica-sube-100-en-el-ultimo-ano-260186
- Charúa, Raquel (2019). Cuánto cuestan los productos de la canasta básica. Estos son los precios de la canasta básica. En *El Universal*. 25 de

septiembre de 2019. Ciudad de México. Disponible en eluniversal.com.mx/menu/cuanto-cuestan-actualmente-los-productos-de-la-canasta-basica

Dammert, G. Manuel (2018). Precariedad urbana, desalojos y vivienda en el centro histórico de Lima. En Revista INVI [online]. Vol. 33, no. 94, pp.51-76. Santiago. Diciembre 2018. Disponible en http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-83582018000300051&lng=en&nrm=iso. access on 17 Aug. 2021. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-83582018000300051>

Desarrollo Económico de Texas (2021). Trade and Export. gov.texas.gov/es/business/page/trade-and-export. Oficina del gobernador. Austin, Texas

Desarrollo Económico de Texas (2021). Why Texas. gov.texas.gov/business/page/why-texas

Dorado, Cristian y Urbano Deidi (2020), Subjetividades de precariedad en trabajadores agrícolas de la caña de azúcar en el área geográfica del valle del río Cauca, Colombia: análisis desde la gubernamentalidad. En Innovar: Revista de ciencias administrativas y sociales. 30 (78). Pp. 119-134. Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Colombia. Disponible en <http://eds.b.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=0&sid=1193adb0-1b8b-4eae-bcce-5fd78867d08b%40sessionmgr102&bdata=Jmxhbmc9ZXMMmc2l0ZT11ZHMtbGl2ZQ%3d%3d#AN=edsjsr.26939719&db=edsjsr>

Duclos, Mélanie (2017). La (re)socialización desde abajo. Socialidades alternativas y nuevas economías populares en el caso de los mercados de pulgas informales de París, Francia. En Antípoda, Revista de Antropología y Arqueología, (29), pp.199-215. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1900-54072017000300199&lng=en&tlng=en

- Economic Policy Institute. Minimum Wage. Disponible en epi.org/research/minimum-wage/
- Escoto, Ana Ruth y Brígida García (2015). Condiciones laborales y comercio exterior en México. En Trabajo global y desigualdades en el mercado laboral. Dídimo Castillo Fernández, Norma Baca Tavira y Rosalba Todaro Cavallero (Coordinadores). Universidad Autónoma del Estado de México. Facultad de Ciencias Políticas y Sociales. México. pp.91-133
- Eseverri, Cecilia (2017). Construyendo pertenencias. Hijos y nietos de inmigrantes en los suburbios de Madrid y París. En Anuario CIDOB de la inmigración 2017. pp. 276-295. Disponible en <https://raco.cat/index.php/AnuarioCIDOBInmigracion/article/view/1024241-AnuarioCIDOBInmi.2017.276/421129>
- ESOPE (2005). A comparative study of labor market related risks in flexible economies. Bruselas: European Commission.
- Gaeta, Martha y María Reyes (2019). Competencias profesionales y empleabilidad ante condiciones de precariedad en el mercado de trabajo: un estudio de seguimiento de egresados universitarios del municipio de Puebla, México. En Pensamiento al margen, no. 11, pp.117.141. Ateneo Cantonal de Estudios Políticos. En www.pensamientoalmargen.com
- García, Brígida (2011). Las carencias laborales en México; conceptos e indicadores. En Trabajos atípicos y precarización del empleo. Edith Pacheco, Enrique de la Garza, Luis Reygadas (coords.). El Colegio de México. Centro de Estudios Demográficos, Urbanos y Ambientales. México. pp.81-113
- García, Brígida y Oliveira, Orlandina de 2001 “Heterogeneidad laboral y calidad de los empleos en las principales áreas urbanas de México” en Revista Latinoamericana de Estudios del Trabajo (Buenos Aires: Asociación Latinoamericana de Sociología del Trabajo) Año 7, No 14.
- Grinberg, Silvia (2020). Etnografía, biopolítica y colonialidad. Genealogías de la precariedad urbana en la Región metropolitana de Buenos Aires. En

- Tabula Rasa: Revista de Humanidades. No. 34, pp 19-39. Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=39663239002>
- Guadarrama, Rocío, Alfredo Hualde y Silvia López (2010). Precariedad laboral, heterogeneidad ocupacional y desigualdades de género en México en el contexto de la crisis actual: una propuesta metodológica. Documento de trabajo del grupo de trabajo "Heterogeneidad ocupacional, precariedad laboral y desigualdades de género en México".
- Guadarrama, Rocío, Alfredo Hualde y Silvia López (2012). Precariedad laboral y heterogeneidad ocupacional: una propuesta teórico-metodológica. Revista mexicana de sociología. Vol. 74, núm. 2, abril-junio 2012. Pp. 213-243. Universidad Nacional Autónoma de México. Distrito Federal, México. ISSN 0188-2503. Disponible en Redalyc.org y revmexso@servidor.unam.mx
- Hernández Ruiz, Alejandra; Martín Llaguno, Marta; Beléndez Vázquez, Marina (2008): " El significado del trabajo para los futuros publicitarios. Un análisis desagregado por sexo". Revista Latina de Comunicación Social, 63 páginas 331 a 340. La Laguna (Tenerife): Universidad de La Laguna, recuperado en http://www.ulles.es/publicaciones/latina/08/27_47_Alicante/Alejandra_Hernandez_et_al.html, el 7 de noviembre de 2009
- Hernández, María de Jesús, Adolfo Coco y María Gómez (2020). Comunicación de crisis ante la precariedad laboral de las organizaciones. En Revista de Ciencias Sociales. Vol. 26, núm. 4, pp. 115-123. Universidad del Zulia. En <https://doi.org/10.31876/rcs.v26i4.34652>
- Hernández, Alberto (2020). La frontera México-Estados Unidos: asimetrías y transgresiones. En Nueva Sociedad. Tema Central. Nuso No. 289. Septiembre-octubre 2020. En <https://nuso.org>
- Hernández, Antonio (2020). ¿Cuánto cuesta un seguro de gastos médicos mayores? En El Universal. 13 de mayo de 2020. eluniversal.com.mx/cartera/cuanto-cuesta-un-seguro-de-gastos-medicos-mayores

- Hualde, Alfredo, Rocío Guadarrama y Silvia López (2016). Precariedad laboral y trayectorias flexibles en México. Un estudio comparativo de tres ocupaciones. *Papers* 2016, 101/2. Pp. 195-221. ISSN 2013-9004 digital. ISSN 0210-2862 papel. <http://dx.doi.org/10.5565/rev/papers.2188>
- INEGI (2019). Cifras de desempleo abierto de la Encuesta Nacional de Empleo Urbano, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México
- INEGI (2021). Comunicado de prensa núm 26/21. 26 de enero de 2021. Chihuahua, Chih. Dirección regional norte. Coordinación estatal Chihuahua. 3 páginas.
- INEGI (2021). Empleo y ocupación. Información general y tabulados. Disponible en https://www.inegi.org.mx/temas/empleo/#Informacion_general
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2020). México en Cifras. INEGI. Chihuahua 08. Indicadores. En inegi.org.mx
- Instituto sindical de trabajo, ambiente y salud. Formas de la precariedad laboral. [Istas.net](http://istas.net)
- Macías, Saúl (2019). Presentación del número sobre la precariedad laboral. En *Pensamiento al margen* [online]. Revista digital. No. 11, pp.1-4. Ateneo Cantonal de Estudios Políticos. España. Disponible en <https://pensamientoalmargen.com/2019/12/01/no11/>
- Marín, Juliette. Ingrid Méndez y Juan P. Sarmiento (2018). Measuring urban precariousness and its relation to disaster risk management. En *REDER*, vol. 2, issue 2, pp. 4-15. GRID Chile. Disponible en <https://doaj.org/article/de3ab8f842e5450c88f66137c40f7cb3>
- Martínez-Licerio, Karla Alejandra; Marroquín-Arreola, Juan y Rios-Bolivar, Humberto. Precarización laboral y pobreza en México. *Análisis Económico*. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2448-66552019000200113&script=sci_arttext Consultada el 20 de junio 2020 online. 2019, vol.34, n.86, pp.113-131. ISSN 2448-6655.
- Mendoza, Miguel; Selene Cruz-Calderón y Marcos Valdivia (2020). Niveles y subniveles de precariedad extrema en México: una metodología de grupos con condiciones laborales ordenadas. En *Estudios*

- Demográficos y Urbanos. Colegio de México. Vol. 35, No. 2 (104). Mayo-agosto 2020. Pp. 405-448. Disponible en <https://www.jstor.org/stable/26902246>
- Montemayor, Iván (2021). Criminología de la precariedad: daño social contra los trabajadores en el Estado Español. Tesis doctoral. Universitat de Barcelona. 319 págs. Disponible en <http://eds.b.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=0&sid=3915b99e-e4cf-497f-9e61-334d934d3360%40pdc-v-sessmgr02&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#AN=edstdx.10803.671549&db=edstdx>
- Muñoz-Rodríguez, David y Antonio Santos. Precariedad en la era digital. En *Recerca: Revista de pensament i anàlisi*, núm. 24 (1), pp.1-13. En <http://dx.doi.org/10.6035/Recerca.2019.24.11>
- Naciones Unidas. Objetivos de desarrollo sostenible. 8 Trabajo decente y crecimiento económico. Mirtha Moran. 17 de junio 2020. En el sitio un.org
- Panea, José Manuel (2021). Precariedad y vulnerabilidad de la democracia. En *Isegoría*, no. 64. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. En <https://doi.org/10.3989/isegoria.2021.64.15>
- Paz, Julián y Saúl Macías (2019). Precariedad laboral en la educación básica en México. En *Pensamiento al margen*, no.11, pp.142-163. Ateneo Cantonal de Estudios Políticos. En <http://www.pensamientoalmargen.com>
- Pérez, Marta y Ainhoa Montoya. La insostenibilidad de la Universidad pública neoliberal: hacia una etnografía de la precariedad en la Academia. En *Revista de Dialectología y Tradiciones Populares*, vol 73, no, 1m pp.9-24. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. En <https://doi.org/10.3989/rdtp.2018.01.001.01>
- Polakiewicz, Martín y Sofía Nicola Patrón. Valor y emancipación: política en la precariedad. En *Isegoría*, no. 64, Consejo Superior de Investigaciones Científicas. En <http://doaj.org/article/f301ed0d2590447580c62bb7a3b057fe>

- Programa sectorial Chihuahua 2010-2016.
http://www.chihuahua.gob.mx/attach2/sf/uploads/indtfisc/progSER2010-2016/ProgSec_Economia.pdf
- Programa sectorial de salud 2019-2024. Salud. Secretaría de Salud. Estados Unidos Mexicanos. 76 páginas. Disponible en salud.gob.mx
- Rodríguez, María (2019). Salario mínimo en EEUU en 2020: federal, estatal y de ciudades. Meseros, cuidadores ancianos y otras excepciones al salario mínimo. December 27, 2019. Disponible en thoughtco.com/salario-minimo-en-estados-unidos-1965598
- Romero (2019). Economía en los Estados Unidos. En Infomigration Asesoría Migratoria. Disponible en infomigration.com/migrapedia/emigrar-a-estados-unidos/economia-en-estados-unidos-de-america/
- Texas Department of Insurance (2021). Office of public insurance counsel. tdi.texas.gov. Austin, Texas
- United States Bureau of Labor Statistics. Southwestern Information Office. En bls.gov
- United States Census Bureau (2019). Texas. Geography profile. En data.census.gov y www.census.gov
- Vejar, Julián (2017). Precariedad laboral en América Latina: contribuciones a un modelo para armar. En Revista Colombiana de Sociología. 40 (2). Pp.27-46. Universidad Nacional de Colombia. En http://www.scielo.org.co/scielo.script=sci_arttext&pid=S0120_159X2017000200027&Ing=en&tlng=en
- Wilson, Christopher, Erik Lee y Rick Van Schoik (2014). Texas-Chihuahua-Nuevo México: tres estados, dos naciones, una economía. Resultados del foro regional de Competitividad económica Texas-Chihuahua-Nuevo México. En La Economía de la Frontera EEUU-México en transición. Septiembre 2014. USAID, CSG Est, Wilson Center y North American Research Partnership. Resumen ejecutivo.

EFFECTO DE LA MATERNIDAD DURANTE LA ADOLESCENCIA EN LAS
CONDICIONES LABORALES, FRONTERA NORTE DE MÉXICO

EFFECT OF MOTHERHOOD DURING ADOLESCENCE ON THE WORKING
CONDITIONS, NORTHERN BORDER OF MEXICO

ALBA VERÓNICA MÉNDEZ DELGADO*

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA

* Profesora-Investigadora del Centro de Investigaciones Socioeconómicas, UAdeC. Maestra en Economía Regional (Generación 2006-2008) por el CISE de la UAdeC y Doctora en Economía por El Colegio de México. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores y Perfil deseable PRODEP. Líneas de investigación: economía regional, econometría espacial aplicada y temas socioeconómicos. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9958-1025>. Correo: albamendez@uadec.edu.mx

Resumen: El embarazo adolescente puede generar condiciones de vida desfavorables, una de ellas es la incorporación temprana y precaria al mercado laboral. El objetivo de este trabajo es analizar el efecto del embarazo adolescente en las condiciones laborales de las mujeres de la Frontera Norte de México. La evidencia empírica sostiene que las mujeres que postergan el embarazo para después de la adolescencia, presentan un nivel mayor de educación y tienen condiciones laborales más favorables. En este trabajo se utiliza el *propensity score matching* para construir un grupo de mujeres comparables con aquellas que tuvieron embarazo durante la adolescencia. Los datos para la estimación se obtienen de la Encuesta Intercensal 2015. Los resultados indican que las madres durante la adolescencia tienen una menor probabilidad de participación laboral, de contar con aguinaldo, vacaciones, AFORE y crédito a la vivienda.

Palabras clave: Embarazo adolescente, participación laboral, condiciones laborales, *propensity score matching*, Frontera Norte de México

Código JEL: J13, R11, R23, C52

Abstract: Adolescent pregnancy may generate unfavorable living conditions, one of which is the early and precarious incorporation into the labor market. The objective of this work is to analyze the effect of adolescent pregnancy on the working conditions of women in the Northern Border of Mexico. Empirical evidence supports those women postponing pregnancy beyond adolescence have a higher level of education and more favorable working conditions. Propensity Matching Score is used to construct a women's group comparable to those who were pregnant during adolescence. Data are obtained from the Intercensal Survey 2015. Results show that women becoming mothers during adolescence have lower probability of labor participation, of having Christmas bonus, vacations, AFORE and housing loans.

Keywords: Adolescent pregnancy, labor participation, labor conditions, Propensity Matching Score, Northern Border of Mexico

JEL Code: J13, R11, R23, C52

INTRODUCCIÓN

En el mundo, el 11 por ciento de los niños que nacen tienen madres adolescentes y más del 90 por ciento de estos niños habitan en países de ingresos bajos y medios (OMS, 2021). La Organización Mundial de la Salud (OMS) define el embarazo adolescente como una gestación prematura, debido a que interrumpe la maduración biológica de la madre y ocurre en comunidades vulnerables, con falta de acceso a servicios de salud que lleva a complicaciones graves del embarazo (INEGI, 2017).

América Latina es la segunda región con mayores tasas de fecundidad adolescente del mundo y es la región con mayor concentración de nacimientos con madres adolescentes, cerca del 17 por ciento de todos los nacimientos corresponden a mujeres de entre 15 y 19 años (INEGI, 2017). La maternidad durante la adolescencia, en esta región, se ha asociado de forma positiva con la pobreza, la desigualdad, el índice de participación laboral de las mujeres y la proporción de mujeres con empleos remunerados. La proporción de población rural y el desempleo son factores que favorecen el embarazo adolescente (Azevedo et al., 2012).

En México, el porcentaje de nacimientos registrados de madres adolescentes ha mostrado una tendencia a la baja desde 2012. En ese año el porcentaje de madres adolescentes fue 19.4 por ciento y, en 2019, de 17 por ciento (INEGI, 2020). La pobreza, baja escolaridad, crecer en un hogar monoparental, tener madre adolescente o una hermana con embarazo adolescente aumenta el riesgo de convertirse en madres adolescentes (Azevedo et al., 2012).

El efecto del embarazo adolescente es pequeño cuando se trata de personas que pertenecen a estratos bajos de ingreso (Chevalier y Viitanen, 2003). La mayoría de las madres adolescentes estaban en desventaja antes de la maternidad. De modo que aún cuando estas jóvenes hubieran pospuesto la maternidad, no hubieran evitado las condiciones desventajosas de ellas o sus hijos (Levine y Painter, 2003). Considerando el contexto socioeconómico de las mujeres, se ha observado que el embarazo durante la adolescencia reduce

la participación laboral de las mujeres y aumenta la deserción escolar (Arceo-Gomez y Campos-Vazquez, 2014)).

Los desafíos a los que se enfrenta una madre adolescente son variados, desde los riesgos de salud, la maternidad temprana, el abandono escolar y las secuelas económicas que puedan generarse. En este trabajo nos enfocamos en los efectos económicos, en específico los laborales, y el objetivo es estimar si existe un efecto del embarazo durante la adolescencia en las condiciones laborales de las mujeres. Las condiciones laborales se caracterizan a partir de la participación laboral, si recibe aguinaldo, si tienen vacaciones, AFORE y crédito a la vivienda.

Para la estimación causal del efecto del embarazo durante la adolescencia se utiliza la metodología *propensity score matching* (PSM). Cuyo objetivo es eliminar el sesgo de selección, en este caso, buscamos controlar por el contexto socioeconómico de las mujeres. De tal forma que un grupo de mujeres con embarazo durante la adolescencia sea comparable con otro grupo que no lo tuvieron. Para realizar la estimación utilizamos información de la Encuesta Intercensal 2015 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

Los resultados muestran que las mujeres con embarazo durante la adolescencia presentan efectos negativos en la participación laboral, en la probabilidad de recibir aguinaldo, vacaciones, contar con AFORE y crédito a la vivienda. Las adolescentes enfrentan un panorama más adverso que las mujeres jóvenes. Grupo que siguen presentando efectos negativos, en comparación con el grupo de mujeres que no tuvieron embarazo durante la adolescencia.

1. ANTECEDENTES EMPÍRICOS SOBRE EL EFECTO DE LA MATERNIDAD ADOLESCENTE EN LAS CONDICIONES SOCIOECONÓMICAS DE LAS MUJERES

La pobreza y la falta de oportunidades son factores clave asociados a la maternidad temprana (Azevedo, Favara, et al., 2012). Diversos estudios han tratado estimar el efecto causal de la relación entre algunas características

socioeconómicas y el embarazo adolescente. El proceso de aislar dichos efectos se complica por la existencia de características específicas de las madres adolescentes que pueden explicar la maternidad. La mayoría de las investigaciones coinciden en que las madres adolescentes tienen un menor nivel de educación y menos remuneraciones que aquellas jóvenes que posponen la maternidad (Levine y Painter, 2003).

Entre las estrategias que se han utilizado está comparar los efectos socioeconómicos de hermanas cuyos hijos nacieron a diferentes edades, incluyendo aquéllas que se convirtieron en madres durante la adolescencia. Al abordar el problema de esta forma se evita la heterogeneidad generada por el contexto familiar (Geronimus y Korenman, 1992). Las diferencias de ingresos se explican en mayor medida por el nivel educativo y el estatus marital, estos factores reducen el impacto del embarazo adolescente sobre las variables socioeconómicas. Considerar el contexto familiar no elimina las consecuencias del embarazo adolescente, hay un efecto negativo en la probabilidad de terminar la educación media y asistir a la universidad así como en el bienestar económico, aproximado a través de la relación del ingreso familiar y la línea de pobreza (Hoffman, Foster y Furstenberg, 1993). Para obtener estos resultados se utilizaron datos en panel y modelos de efectos fijos.

Las características de las adolescentes con riesgo de embarazo son muy específicas y se ha encontrado que pertenecen a familias con bajos recursos. Azevedo, Lopez-Calva y Perova (2012) estiman el efecto del embarazo adolescente sobre la probabilidad de tener empleo, las horas trabajadas, el ingreso laboral y el ingreso derivado de la asistencia social. Para evitar el sesgo de selección reducen la muestra a aquellas adolescentes que tuvieron un embarazo. Después comparan los resultados entre las mujeres que lograron terminar bien el embarazo y quienes perdieron al bebé involuntariamente, tratando el fenómeno como un experimento natural. Los resultados, al contrario de lo que se esperaría, señalan que el embarazo adolescente no afecta de forma grave las perspectivas de vida de las adolescentes. Encuentran un efecto positivo en los ingresos por asistencia social y en la escolaridad de las

madres adolescentes, también un efecto positivo en la probabilidad de estar empleadas.

Otros trabajos han utilizado experimentos naturales para analizar el efecto del embarazo adolescente. Entre ellos, se utiliza como variable instrumental a las adolescentes que tuvieron embarazo pero que no llegó a termino (Hotz, McElroy y Sanders, 2005). No se encontró evidencia de que el embarazo afecte negativamente a las adolescentes. Las madres adolescentes tienen un menor nivel de escolaridad pero acumulan más experiencia laboral que les da ventaja durante algunos años, después se ven superadas por las jóvenes que continuaron estudiando. Estos resultados han sido criticados, se considera una mala estrategia construir el grupo de comparación con las adolescentes que perdieron a su hijo debido a que el suceso no es aleatorio, está relacionado con factores (no observables) a nivel local (Fletcher y Wolfe, 2009). Para obtener mejores estimaciones se incluye una medida del ambiente social de las adolescentes y el tiempo de los abortos o nacimientos. Así se estima que el embarazo adolescente disminuye la probabilidad de terminar la educación media entre 5 y 10 puntos porcentuales, reduce el ingreso y los años de escolaridad mientras aumenta la probabilidad de recibir asistencia en efectivo.

El método *propensity score matching* (PSM) se ha utilizado para comparar los efectos socioeconómicos de las adolescentes que fueron madres y de aquellas que pospusieron la maternidad. Una estrategia es realizar el emparejamiento entre adolescentes de la misma raza y escuela, controlando así por características observables y no-observables de la familia y del vecindario (Levine y Painter, 2003). De esta forma se estudia en qué medida las desventajas preexistentes determinan el efecto del embarazo adolescente fuera del matrimonio. La fertilidad fuera del matrimonio reduce en gran medida el nivel educativo. Además, dicho efecto es mayor en aquéllas adolescentes cuya probabilidad de tener hijos fuera del matrimonio es menor. También se ha utilizado el método de PSM para comparar resultados del embarazo adolescente entre personas que potencialmente podría haber tenido un embarazo temprano y no fue así (Chevalier y Viitanen, 2003). Al considerar una doble autoselección, tener un embarazo y participar en el mercado laboral,

se ha observado un efecto negativo del embarazo adolescente sobre la educación, la participación en el mercado laboral y el salario.

Al comparar grupos de mujeres mexicanas que tuvieron hijos y no tuvieron hijos en la adolescencia, Arceo-Gomez y Campos-Vazquez (2014) identificaron efectos de corto y largo plazo en la escolaridad, incorporación al mercado laboral y en las horas de trabajo, aplicando el PSM. Las mujeres que tuvieron al menos un hijo durante la adolescencia tiene una escolaridad menor entre 0.6 y 0.8 años, respecto a las adolescentes que no fueron madres. El embarazo adolescente también reduce la probabilidad de trabajar entre nueve y 18 puntos porcentuales, además, se observó que hay una reducción en las horas de trabajo entre seis y diez horas en promedio.

Los efectos de la maternidad adolescente parecen ser débiles, después de considerar el contexto familiar, y las explicaciones que se ha dado a este fenómeno es que la trayectoria de vida de las adolescentes con hijos, ingresos bajos y educación limitada, no cambiaría aunque no hubieran tenido hijos en la adolescencia (Fletcher y Wolfe, 2009; Levine y Painter, 2003).

2. ESTRATEGIA EMPÍRICA: *PROPENSITY SCORE MATCHING*

Para conocer los efectos del embarazo adolescente en las condiciones laborales de las mujeres de la Frontera Norte de México, la forma más sencilla sería comparar aquellas mujeres que se convirtieron en madres durante la adolescencia (grupo de tratamiento, N_t) con las que no tuvieron hijos durante esa etapa (grupo de control, N_0). El problema es que dicha comparación no es válida dado que ambos grupos tienen características específicas, observables o no observables, que los hacen diferentes.

Para controlar dichas diferencias se utiliza el método PSM. La idea principal de esta metodología es construir dos grupos de comparación, a partir de datos observacionales.¹ El primer grupo será el grupo de tratamiento, conformado por las mujeres que tuvieron un embarazo durante la

¹ Las referencias de este apartado son Lee (2005) y Morgan y Winship (2014).

adolescencia ($D = 1$). El segundo grupo es el grupo de control, mujeres que no tuvieron embarazo durante la adolescencia ($D = 0$). Para que la comparación entre estos grupos sea válida deben estar condicionados a una serie de covariables $\mathbf{X}$ que permita controlar por las características de los individuos de estudio. Una vez emparejados los datos observacionales se puede tratar el fenómeno como un experimento aleatorio y con esto se puede tratar el fenómeno como una relación causal. Esta es la principal ventaja de la metodología que se utiliza en este trabajo.

El proceso de emparejamiento implica seleccionar una medida de distancia entre las características observadas del grupo de tratamiento ($\mathbf{X}_t$) y del grupo de control ($\mathbf{X}_0$). Cuando son múltiples las características, una alternativa es utilizar el *propensity score* ($P(D = 1|\mathbf{X})$, PS) que permite hacer el emparejamiento de los individuos cuya probabilidad de tomar el tratamiento es igual o aproximada (Olmos y Govindasamy, 2015). Si el supuesto de ignorabilidad del tratamiento se cumple, dado $\mathbf{X}$, las variables resultado son independientes del tratamiento, dado el PS. Por lo que $P(D = 1|\mathbf{X})$ no depende de las variables resultado (Rosenbaum & Rubin, 1983). El PS se estima a través de un modelo de elección binaria en donde la variable dependiente es el tratamiento, en este caso toma valor de uno si tuvo embarazo durante la adolescencia y cero de otra forma.

Una vez elegidas las características $\mathbf{X}$ y estimado el PS. El siguiente paso es definir como se realizará el emparejamiento. Existen diferentes formas, entre ellas está elegir un umbral de tolerancia (*caliper*) que indicará cuales individuos del grupo de tratamiento se pueden emparejar con los del grupo de control. Al obtener los grupos de tratamiento y de control se debe verificar que sus características ($\mathbf{X}$) sean iguales, es decir, estén balanceadas lo que elimina el sesgo de selección.

El efecto que vamos a obtener de comparar los grupos de tratamiento y control, después de controlar por las características $\mathbf{X}$, es el efecto del tratamiento sobre los tratados:

$$E(y_1 - y_0|D = 1) = E\{E(y|P(\mathbf{X}), D = 1) - E(y|P(\mathbf{X}), D = 0)|D = 1\}$$

Este efecto nos dice que pasa cuando se recibe un tratamiento. En este trabajo nos permite estimar el efecto del embarazo durante la adolescencia en las condiciones laborales.

3. ANÁLISIS DE LA RELACIÓN DEL EMBARAZO DURANTE LA ADOLESCENCIA Y LAS CONDICIONES LABORALES DE LAS MUJERES

3.1 LOS DATOS

Los datos para este trabajo se obtienen de la Encuesta Intercensal 2015 (EIC) elaborada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). La unidad espacial de análisis es la Frontera Norte de México que incluye a los estados: Baja California Norte, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas. Esta región es relevante debido a que, en 2015 cuatro de las seis entidades de la frontera norte tenían un porcentaje de nacimientos registrados de madres adolescentes por arriba de la media nacional y Coahuila presentaba el mayor porcentaje a nivel nacional.

La población objetivo son las mujeres entre 12 y 29 años. El análisis se realiza para dos grupos de edad: adolescentes (12-19 años) y el grupo de jóvenes adultas (20 a 29 años). La muestra que obtuvimos es de 843,197 mujeres, de ellas el 17 por ciento tuvo un embarazo durante la adolescencia.²

3.2 ANÁLISIS ANTES DEL PSM

En el Cuadro 1 se presentan las características de las mujeres, si tuvieron o no embarazo durante la adolescencia. El promedio de edad, jefas de familia, escolaridad, estar casadas o pertenecer al ámbito rural (población menor a

² Para el grupo de mujeres con edades entre 20 y 29, la forma en que se identifica si tuvieron embarazo durante la adolescencia fue obteniendo la diferencia de edad de la mujer y su hijo mayor. Suponemos que los hijos nacidos durante la adolescencia de este grupo de edad siguen viviendo en casa materna, dado que es la única forma de identificar al hijo mayor. Esto elimina la posibilidad de ver efectos en las condiciones laborales en grupos de edad más avanzados debido a la imposibilidad de asegurar que el hijo mayor continúe habitando la casa materna.

2,500 habitantes) es mayor para el caso de las mujeres con embarazo adolescente, en el grupo de adolescentes. La media de asistencia escolar de las mujeres que no han tenido embarazo durante la adolescencia es mayor. Cuando se observa las diferencias de medias en las características de las mujeres en el grupo de jóvenes adultas, la situación cambia en la edad promedio y la escolaridad de las mujeres con embarazo durante la adolescencia. En el resto de las variables se conserva el comportamiento observado en el grupo de adolescentes. En todos los casos las diferencias de medias son estadísticamente diferentes de cero, indicando que el grupo de las mujeres con embarazo durante la adolescencia tiene características distintas a las que no han tenido embarazo en esta etapa.

En el Cuadro 2 se presentan las condiciones laborales (variables resultado) para las mujeres que tuvieron o no embarazo durante la adolescencia. Las variables resultado están relacionadas con las condiciones laborales: participación laboral (trabaja o no), recibe aguinaldo, utilidades, cuenta con AFORE o crédito para vivienda. En el grupo de adolescentes todas las diferencias de medias son positivas esto se puede explicar debido a que la proporción de adolescentes que trabajan, dado que hay un embarazo, es superior a las que no han tenido embarazo en esta etapa. La situación cambia completamente en el caso del grupo de mujeres con edades entre 20 y 29 años. En este grupo las condiciones laborales son desfavorables para las mujeres que tuvieron embarazo durante la adolescencia. En promedio, se observa una participación laboral menor, una proporción menor reciben aguinaldo, utilidades, AFORE y crédito a la vivienda. Las diferencias de medias, en todos los casos, son estadísticamente diferentes de cero.

Cuadro 1. Características socioeconómicas de las mujeres de 12 a 19 años y de 20 a 29 años según si tuvo o no embarazo durante la adolescencia

Edad	Características (X)	Embarazo durante la adolescencia				Diferencia de medias	Prueba t (p-valor)	
		Si		No				
		Media	Est. Dev.	Media	Est. Dev.			
12 a 19 años	Edad	17.894	1.181		15.144	2.195	2.749	0.000
	Jefa de familia	0.039	0.194		0.004	0.067	0.035	0.000
	Asistencia escolar	0.093	0.291		0.785	0.411	-0.692	0.000
	Escolaridad	8.687	2.298		8.234	2.369	0.453	0.000
	Casada	0.739	0.439		0.053	0.224	0.686	0.000
	Rural	0.331	0.471		0.279	0.449	0.052	0.000
20 a 29 años	Edad	24.303	2.857		24.357	2.852	-0.055	0.000
	Jefa de familia	0.109	0.312		0.080	0.271	0.029	0.000
	Asistencia escolar	0.037	0.189		0.159	0.366	-0.122	0.000
	Escolaridad	9.006	2.724		11.518	3.619	-2.512	0.000
	Casada	0.809	0.393		0.513	0.500	0.297	0.000
	Rural	0.308	0.462		0.229	0.420	0.079	0.000

Fuente: Elaboración propia con datos de la EIC (INEGI, 2020).

Cuadro 2. Condiciones de trabajo de las mujeres de 12 a 19 años y de 20 a 29 años según si tuvo o no embarazo durante la adolescencia

Edad	Variables resultado	Embarazo durante la adolescencia					Diferencia de medias	Prueba t (p-valor)
		Si		No				
		Media	Est. Dev.		Media	Est. Dev.		
12 a 19 años	Trabaja	0.139	0.346		0.064	0.244	0.076	0.000
	Aguinaldo	0.077	0.267		0.030	0.171	0.047	0.000
	Utilidades	0.058	0.234		0.019	0.138	0.039	0.000
	AFORE	0.060	0.238		0.020	0.141	0.040	0.000
	Crédito Vivienda	0.060	0.238		0.020	0.140	0.040	0.000
20 a 29 años	Trabaja	0.282	0.450		0.418	0.493	-0.135	0.000
	Aguinaldo	0.176	0.381		0.302	0.459	-0.126	0.000
	Utilidades	0.126	0.332		0.201	0.400	-0.074	0.000
	AFORE	0.139	0.346		0.244	0.429	-0.105	0.000
	Crédito Vivienda	0.136	0.343		0.240	0.427	-0.104	0.000

Fuente: Elaboración propia con datos de la EIC (INEGI, 2020).

Si el embarazo durante la adolescencia fuera un evento aleatorio, la diferencia de medias nos diría el efecto promedio del tratamiento. Con la información del Cuadro 1 podemos comprobar que las características del grupo de mujeres con y sin embarazo durante la adolescencia son diferentes, por lo que los resultados obtenidos en el Cuadro 2 no son evidencia de una relación causal.

3.3 ESTIMACIÓN DEL EFECTO

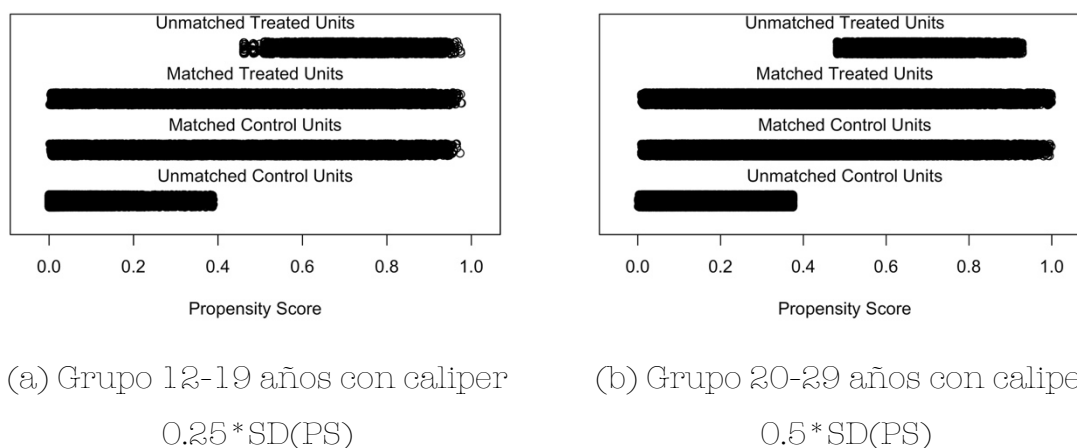
Para estimar el efecto del embarazo adolescente en las condiciones laborales definimos el grupo de tratamiento: mujeres con embarazo durante la adolescencia. El grupo de control, conformado por mujeres sin embarazo durante la adolescencia construido con el MPS.

El PS se estima através de un modelo *logit* y la variable dependiente es tener o no un embarazo durante la adolescencia. Las características (variables explicativas, $\mathbf{X}$) de las mujeres son: edad, si es jefa de familia, cuenta con seguridad social, paga gastos médicos, se considera indígena, asiste a la escuela, años de escolaridad, está casada y vive en una localidad rural. Además, para considerar el contexto familiar se agregan características de las viviendas: material de las paredes, techo y piso, número de cuartos, combustible para cocinar, disponibilidad de electricidad, número de focos, cuenta con regadera, aire acondicionado, sanitario, drenaje, automóvil, computadora e internet, tenencia de la vivienda, número de personas que habitan la vivienda, recibe ayuda del gobierno, finalmente, se consideran el sexo y edad del jefe de familia.

Los emparejamientos se realizaron considerando a los vecinos más cercanos y con diferentes umbrales de tolerancia (*caliper*). El grupo de control está integrado con las mujeres más cercanas, en términos del PS, a las mujeres del grupo de tratamiento. Al elegir el vecino más cercano sin restricción se pueden generar malos emparejamientos así que el uso de caliper permite tener un umbral de tolerancia que evite dicho problema.

En la Figura 1, se presenta la distribución del PS según los grupos de edad. En el caso del grupo de adolescentes, se utiliza un *caliper* de 0.25 veces la desviación estándar del PS ($0.25 * SD(PS)$). El total de observaciones en el grupo de adolescentes es de 180,094 de las cuales el 8.7 por ciento corresponden originalmente al grupo de tratamiento. Al realizar el emparejamiento, los grupos de control y tratamiento están integrados por 11,553 mujeres cada uno. Para el grupo de 20 a 29 años se utiliza un *caliper* de $0.5 * SD(PS)$. En la muestra hay 196,173 mujeres jóvenes adultas y el 31.7 por ciento corresponde al grupo de tratamiento original. Después de realizar el emparejamiento los grupos de control y tratamiento están compuestos por 53,251 mujeres.²¹

Figura 1. Distribución del PS según grupos de edad

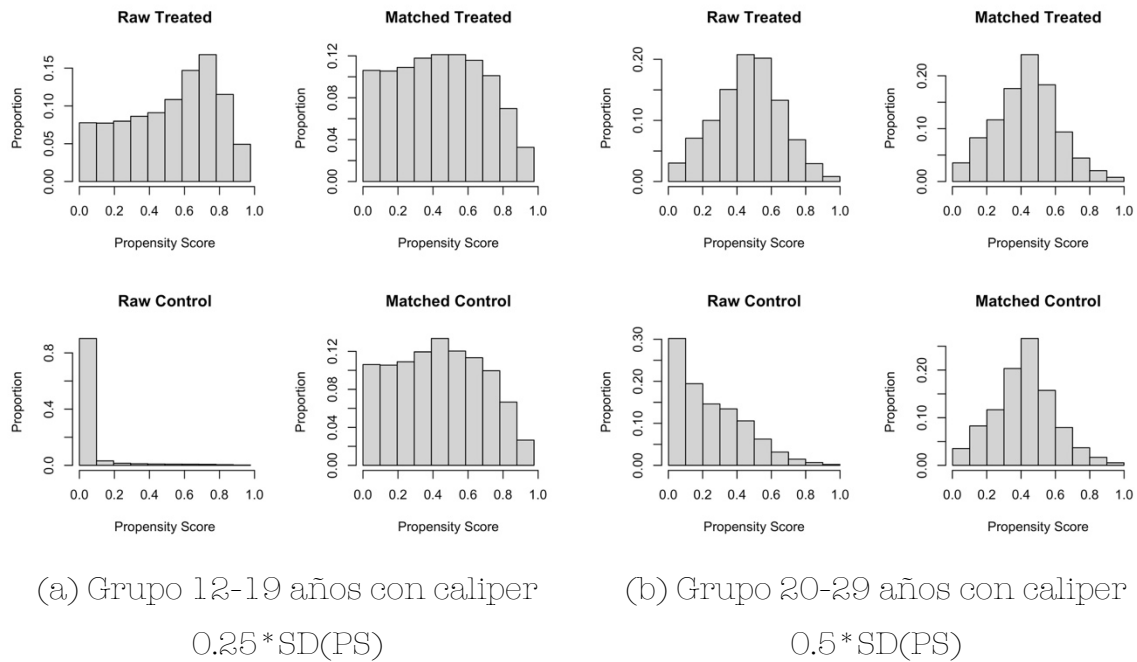


En la Figura 2 se observan las diferencias en la distribución del PS antes y después del emparejamiento. Para las adolescentes, el grupo de control antes del emparejamiento es muy diferente, por lo que se puede decir que existe un sesgo de selección del embarazo durante la adolescencia. En la revisión de literatura se hace énfasis que las adolescentes con y sin embarazo pertenecen

²¹ Se realizaron estimaciones con caliper de 0.25, 0.5, 1, 1.25, 1.5 veces la $SD(PS)$. En todos los casos las variables **X** alcanzan un balance entre los grupos de control y tratamiento. Elegimos los caliper de la Figura 1 debido a que la distribución de los grupos es la más cercana (Figura 2).

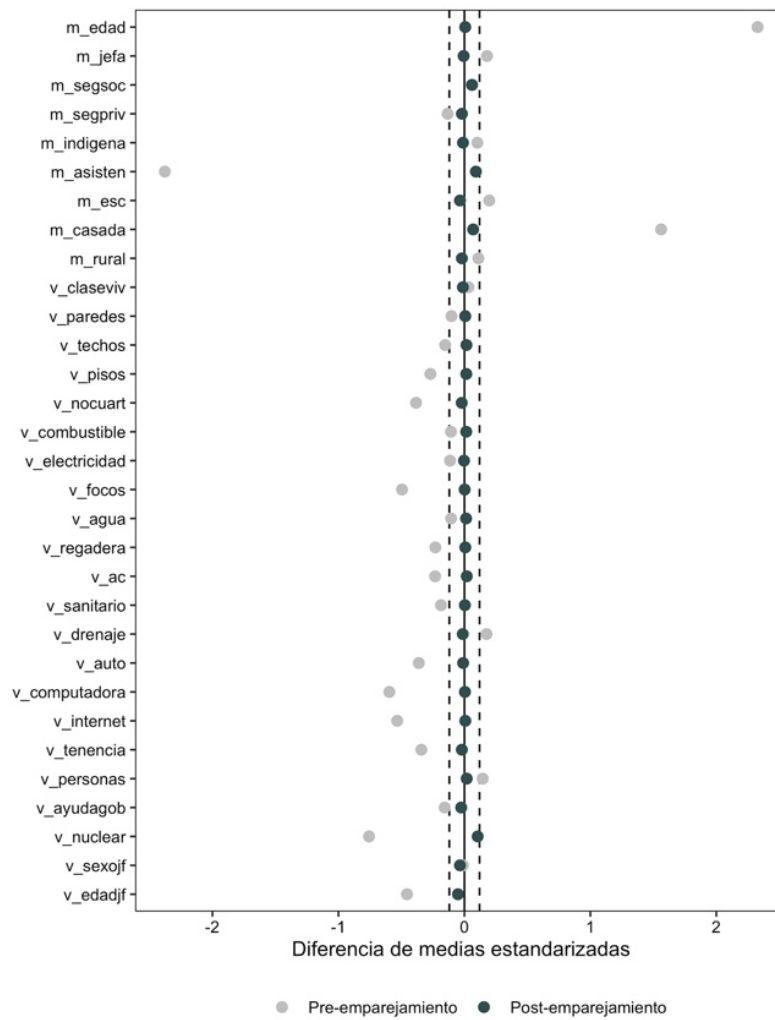
a contextos socioeconómicos distintos. Después del emparejamiento la distribución de los grupos de control y tratamiento de las adolescentes es similar (Figura 2 (a)). La distribución del PS del grupo de control de las mujeres con edades entre 20 y 29 años está concentrada en la parte baja. Después del emparejamiento las distribuciones se aproximan en mayor medida, Figura 2 (b).

Figura 2. Distribución del PS antes y después del emparejamiento según grupos de edad

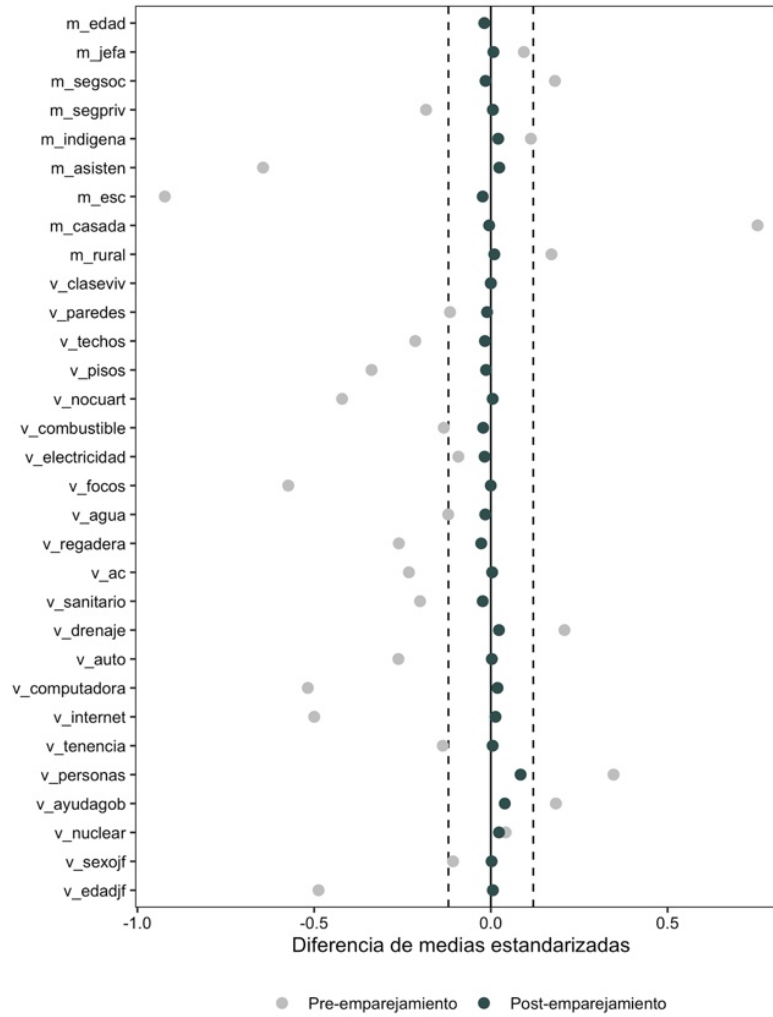


Al realizar el emparejamiento con el PS suponemos que hay una reducción del sesgo de selección. Para comprobar que esto sucede se debe alcanzar balance entre las características ($\mathbf{X}$) de los grupos de control y tratamiento. En la Figura 3 se presentan las diferencias de las medias estandarizadas para las 32 características de las mujeres.

Figura 3: Diferencia de medias estandarizadas de las características X , antes y después del emparejamiento, según grupos de edad



(a) Grupo 12-19 años con caliper $0.25 * SD(PS)$



(b) Grupo 20-29 años con caliper $0.5 * SD(PS)$

Según Olmos y Govindasamy (2015), las variables están balanceadas si su media estandarizada es menor $|0.1|$. En la Figura 3, se indican dos líneas punteadas en $|0.1|$ que es el límite para que una variable se considere balanceada. Antes del emparejamiento se observan variables fuera de las líneas punteadas y después todas caen dentro del rango de balance. Una prueba adicional para probar la existencia de al menos una variable que difiere entre los grupos, es la prueba χ^2 de Hansen y Bowers. Para ambos grupos de edad, la prueba χ^2 antes del emparejamiento indica que al menos una variable no esta balanceada. Después del emparejamiento no hay evidencia de

variables desbalanceadas (grupo adolescentes $\chi^2 = 244.6$, $p - \text{valor} = 0.000$; grupo jóvenes adultas $\chi^2 = 452.8$ con un $p - \text{valor} = 0.000$).

Una vez que se alcanza el balance de las características de los grupos de control y tratamiento, el siguiente paso es estimar el efecto del tratamiento sobre los tratados. En el Cuadro 3, se presentan los resultados por grupo de edad.

Cuadro 3. Estimación del efecto del embarazo durante la adolescencia en las condiciones laborales de las mujeres, según grupo de edad

Edad	Variables resultado	Diferencia de medias	t	p-valor	Intervalo de confianza	
					(95%)	
12 a 19 años caliper 0.25 * SD(PS)	Trabaja	-0.061	-12.199	0.000	-0.071	-0.051
	Aguinaldo	-0.041	-10.283	0.000	-0.049	-0.033
	Utilidades	-0.028	-8.098	0.000	-0.035	-0.021
	AFORE	-0.029	-8.274	0.000	-0.036	-0.022
	Crédito Vivienda	-0.030	-8.493	0.000	-0.037	-0.023
20 a 29 años caliper 0.5 * SD(PS)	Trabaja	-0.008	-2.904	0.004	-0.014	-0.003
	Aguinaldo	-0.021	-8.874	0.000	-0.026	-0.017
	Utilidades	-0.019	-8.957	0.000	-0.023	-0.015
	AFORE	-0.023	-10.436	0.000	-0.027	-0.019
	Crédito Vivienda	-0.023	-10.562	0.000	-0.028	-0.019

Las adolescentes embarazadas tienen una mayor probabilidad de dejar la escuela (Arceo-Gomez y Campos-Vazquez, 2014). Para ellas se podrían plantear dos escenarios, buscar trabajo o quedarse en casa para atender al nuevo bebé. Al comparar adolescentes con las mismas características, cuya única diferencia es el embarazo en esta etapa, se estima una reducción en la

probabilidad de trabajar, de las adolescentes que tuvieron un embarazo, en seis puntos porcentuales (Cuadro 3). Esto indica, dadas las mismas características de las mujeres y del contexto del hogar, que la probabilidad estar trabajando es mayor para las adolescentes sin embarazo. Para este grupo de adolescentes no existe el problema de atender a un recién nacido. Las jóvenes adultas que tuvieron embarazo adolescente presentan una probabilidad de casi un punto porcentual menor de estar trabajando que las mujeres jóvenes sin embarazo durante la adolescencia. El promedio de edad del hijo mayor es de 5 años para el grupo de jóvenes adultas esto podría permitirles incorporarse al mercado laboral en mayor medida y de forma más equiparable con el grupo de comparación (jóvenes adultas sin embarazo adolescente).

En el Cuadro 3, se puede observar que las condiciones laborales son desfavorables para las mujeres con embarazo durante la adolescencia. La probabilidad de recibir aguinaldo es 4.1 puntos porcentuales menor para el grupo de embarazadas durante la adolescencia, respecto al grupo de control de adolescentes sin embarazo, mientras sólo 2.1 puntos porcentuales menor en el caso de las mujeres de 20-29 años. La probabilidad de contar con AFORE es casi tres puntos porcentuales menor en el grupo de adolescentes y 2.3 puntos porcentuales en el grupo de jóvenes adultas. Finalmente, la probabilidad de tener acceso a un crédito a la vivienda es tres puntos porcentuales menor en el grupo de adolescentes y 2.3 puntos porcentuales menor en el grupo de 20 a 29 años, comparado cada grupo con su correspondiente grupo de control.

Los resultados muestran que, en la Frontera Norte de México, el embarazo durante la adolescencia afecta de forma negativa las condiciones laborales de las mujeres. Siendo las adolescentes las que tiene peores condiciones laborales, al contar en menor medida con aguinaldo, utilidades, AFORE y crédito a la vivienda. Las mujeres jóvenes adultas que tuvieron embarazo durante la adolescencia siguen presentando desventaja respecto a un grupo de mujeres con las mismas características pero que no tuvieron embarazo en la adolescencia. Entre los dos grupos de edad se ve que las condiciones laborales son más favorables para el grupo de mujeres jóvenes

con embarazo adolescente. Esto podría explicarse por la experiencia laboral han acumulado respecto a la adolescente.

CONCLUSIONES

Los efectos del embarazo durante la adolescencia se han visto asociados a la trayectoria de vida de las adolescentes. En estudios previos se ha observado que la probabilidad de presentar un embarazo adolescente es mayor si proviene de un contexto desfavorable, pobreza, falta de educación, hijas de madres adolescentes, entre otras. En este trabajo estimamos el efecto del embarazo durante la adolescencia en las condiciones laborales para el caso de la Frontera Norte de México. Para ello se aplica el PSM.

La metodología utilizada permite tener dos grupos de mujeres comparables, mujeres que tuvieron un embarazo durante la adolescencia y quienes pospusieron la maternidad después de los 20 años. Las características de los grupos son similares, permitiendo que el segundo grupo se considere contrafactual del primero. La construcción del grupo de comparación incluye características de las mujeres y de las viviendas que incorporan las diferencias individuales y del contexto familiar. Al comprobar que las características están balanceadas, se estima el efecto del tratamiento en las tratadas.

A nivel nacional se ha encontrado que las madres adolescentes tiene una escolaridad más baja y una menor probabilidad de trabajar así como jornadas de trabajo menores respecto a las mujeres que postergan el embarazo (Arceo-Gomez y Campos-Vazquez, 2014). Bajo el contexto nacional, en este trabajo se encontró que la población de adolescentes con embarazo en esta etapa de desarrollo tiene efectos adversos en las condiciones laborales, para la Frontera Norte. Estos efectos no cambian en signo, pero si en proporción cuando se trata jóvenes adultas que tuvieron embarazo durante la adolescencia. Este último resultado podría estar asociado a la experiencia laboral que el grupo de jóvenes adultas acumula desde su incorporación al mercado laboral.

La incorporación al mercado laboral de las madres adolescentes se ve condicionada por la estructura del mismo mercado y las condiciones

socioeconómicas previas de la madre. Existen políticas que van dirigidas a la no discriminación de las mujeres embarazadas o con hijos que podrían facilitar la incorporación de las mujeres a un trabajo. El problema es la calidad del empleo al que podrían acceder mujeres adolescentes o jóvenes con un bajo nivel de escolaridad. Para evitar un empleo precario las mujeres podrían tratar de continuar estudiando, si se tuviera acceso a una guardería y a algún apoyo económico, o buscar un trabajo que le permitiera tener acceso a un ingreso adecuado para su nueva condición de madre y en el mejor de los casos tener acceso a capacitación para poder avanzar en su trabajo. Las elaboraciones de políticas públicas en este sentido podrían ayudar a mejorar las posibilidades de movilidad social de las madres adolescentes y evitar una incorporación desfavorable al mercado laboral.

REFERENCIAS

- Arceo-Gomez, E., & Campos-Vazquez, R. (2014). Teenage Pregnancy in Mexico: Evolution and Consequences. *Latin American Journal of Economics*, 51(1), 109-146.
- Azevedo, J. P., Favara, M., Haddock, S. E., López-Calva, L. F., Müller, M., & Perova, E. (2012). Embarazo adolescente y oportunidades en América Latina y el Caribe sobre maternidad temprana, pobreza y logros económicos. Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento. Banco Mundial.
- Azevedo, J. P., Lopez-Calva, L. F., & Perova, E. (2012). Is the baby to blame ? an inquiry into the consequences of early childbearing (Issue WPS 6074).
- Chevalier, A., & Viitanen, T. K. (2003). The Long-Run Labour Market Consequences of Teenage Motherhood in Britain. *Journal of Population Economics*, 16(2), 323-343.
- Fletcher, J. M., & Wolfe, B. L. (2009). Education and Labor Market Consequences of Teenage Childbearing: Evidence Using the Timing of Pregnancy Outcomes and Community Fixed Effects. *The Journal of Human Resources*, 44(2), 303-325.

- Geronimus, A. T., & Korenman, S. (1992). The Socioeconomic Consequences of Teen Childbearing Reconsidered. *The Quarterly Journal of Economics*, 107(4), 1187-1214.
- Hoffman, S. D., Foster, E. M., & Furstenberg, F. F. (1993). Reevaluating the Costs of Teenage Childbearing. *Demography*, 30(1), 1-13.
- Hotz, V. J., McElroy, S. W., & Sanders, S. G. (2005). Teenage Childbearing and Its Life Cycle Consequences: Exploiting a Natural Experiment. *The Journal of Human Resources*, 40(3), 683-715.
- INEGI. (2017). La anticoncepción: implicaciones en el embarazo adolescente, fecundidad y salud reproductiva en México: Encuesta Nacional de la Dinámica Demográfica 2014.
- INEGI. (2020). Instituto Nacional de Geografía y Estadística. <http://www.inegi.org.mx>
- Lee, M. J. (2005). *Micro-Econometrics for Policy, Program and Treatment Effects*. Oxford University Press.
- Levine, D. I., & Painter, G. (2003). The Schooling Costs of Teenage Out-of-Wedlock Childbearing: Analysis with a Within-School Propensity-Score-Matching Estimator. *The Review of Economics and Statistics*, 85(4), 884-900.
- Morgan, S., & Winship, C. (2014). *Counterfactuals and Causal Inference: Methods and Principles for Social Research* (2nd ed., *Analytical Methods for Social Research*). Cambridge University Press.
- Olmos, A., & Govindasamy, P. (2015). Propensity Scores: A Practical Introduction Using R. *Journal of MultiDisciplinary Evaluation*, 11(25), 68-88.
- OMS. (2021). El embarazo en la adolescencia. Organización Mundial de La Salud.
- Rosenbaum, P. R., & Rubin, D. B. (1983). The central role of the propensity score in observational studies for causal effects. *Biometrika*, 70(1), 41-55.

SEGUNDA PARTE

POBREZA Y DESIGUALDAD REGIONAL

DESCOMPOSICIÓN REGIONAL DE LA EVOLUCIÓN DE LA TASA DE POBREZA EN MÉXICO

REGIONAL DECOMPOSITION OF POVERTY RATE EVOLUTION IN MEXICO

Marco Antonio Pérez Méndez *

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA-IZTAPALAPA

* Profesor-investigador de tiempo completo del Departamento de Economía de la UAM-Iztapalapa. Licenciado en Economía por la Universidad Autónoma Metropolitana unidad Azcapotzalco, Maestro en Economía Regional (Generación 2010-2012) por el Centro de Investigaciones Socioeconómicas de la Universidad Autónoma de Coahuila y Doctor en Economía Social por la UAM-Iztapalapa. Ha impartido cursos en la maestría en Economía Social de la UAM-I, la maestría y el doctorado en Economía Regional del CISE y la maestría y el doctorado en Ciencias Económicas de la UAM. Es miembro del cuerpo académico consolidado "Políticas Sociales y Económicas". Sus líneas de investigación son pobreza, distribución del ingreso, desigualdad regional, análisis espacial y modelos econométricos. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0119-6637>. Correo: marcoa.perez@economistas.com

Resumen: En la presente investigación se desarrolla la descomposición regional de la evolución de la tasa de pobreza en México. Se construye un escenario de regionalización homogéneo para la pobreza y la desigualdad y se descompone la evolución de la pobreza en efectos crecimiento y distribución regionales encontrando que, entre subperiodos, los efectos han operado de forma diferenciada, tanto en el tiempo como en el espacio, en relación con la crisis internacional de 2008 y las regiones económicas de México.

Palabras clave: Descomposición regional, Pobreza, desigualdad, crecimiento regional

Código JEL: R59, I32, D63, R11

Abstract: In this research, the regional decomposition of the evolution of the poverty rate in Mexico is developed. An homogeneous regionalization scenario is constructed for poverty and inequality and the evolution of growth and distribution effects on regional poverty is decomposed, finding that, between sub-periods, the effects have operated differently, in time and space, related to the international crisis of 2008 and the economic regions of Mexico.

Keywords: Regional decomposition, Poverty, inequality, regional growth.

JEL Code: R59, I32, D63, R11

INTRODUCCIÓN

Existen, en México, diferencias regionales entre las tasas de pobreza, los niveles de crecimiento económico y los grados de desigualdad. En la presente investigación se propone el análisis de las diferencias en el índice de recuento de la pobreza por medio de la descomposición del triángulo analítico entre pobreza-crecimiento-distribución. Se plantea que las diferencias regionales en el índice de recuento pueden ser expresadas como los efectos crecimiento y distribución regionales. Para ello se propone la descomposición regional de un algoritmo de uso común en el ámbito nacional para estimar los efectos de carácter regional. Al mismo tiempo se propone que la dinámica cíclica de la economía mexicana se caracteriza por los efectos que la crisis internacional de 2008 imprimió, de manera diferenciada, sobre las regiones de México. Esto permite contrastar, no solo las diferencias regionales y sus correspondientes efectos pro pobre, sino además medir el efecto en momentos específicos antes, durante y después de la crisis. Por ello, se profundiza en la relación entre pobreza-crecimiento-distribución; se analiza el contexto mexicano entre dichos elementos; se retoma el algoritmo nacional y se construye un algoritmo regional y se muestran los resultados obtenidos por este. Se persigue la premisa: las diferencias regionales de la tasa de pobreza se explican por las diferencias entre los distintos niveles de crecimiento regional y de los canales de distribución del ingreso matizándolos en efectos con carácter pro pobre o en contra de los pobres en relación con la crisis internacional de 2008.

1. POBREZA, DISTRIBUCIÓN Y CRECIMIENTO

Se propone la existencia de un triángulo analítico entre pobreza, desigualdad y crecimiento por medio de una relación matemática específica propuesta por Bourguignon (2004). En esta investigación se interesa en determinar las causas que definen la existencia de la relación subyacente del triángulo analítico en el ámbito regional y cuantificar los factores que inciden sobre las variaciones de corto plazo de la pobreza regional de México. El marco teórico de referencia inicial se

centra en el triángulo de Bourguignon (2004), en el que se plantea la existencia de un vínculo estrecho entre el crecimiento, la pobreza y la desigualdad. En específico, se considera que “la reducción de la pobreza en un país en un momento específico está determinada por la tasa de crecimiento del ingreso promedio y los cambios en la distribución del ingreso de los hogares” Bourguignon (2004, p. 2).

Algunos autores han esbozado la importancia del triángulo de Bourguignon (2004), comenzando con Ravallion (1992), quien define, por primera vez, el estudio de la tasa de variación de la pobreza en función del efecto crecimiento y el efecto distribución, resaltando la relación entre dichas variables y la importancia de la desigualdad como impedimento al crecimiento en favor de los pobres. El asunto relevante se centra en la existencia de una relación bidireccional entre el crecimiento y la distribución y ambas variables impactan el nivel de pobreza en un determinado momento (Bourguignon y Chakravarty. 2003). Dentro de la bibliografía especializada sobre crecimiento en favor de los pobres se ha determinado la intensidad de la relación entre dichos conceptos analíticos. En específico, el marco analítico sobre crecimiento pro pobre descansa en un conjunto de estudios de autores como Eastwood y Lypton (2002), Ravallion y Datt (2002), Kakwani et al. (2000), Duclos y Araar (2004), Timmer (2004), Essama-Nssah y Lambert (2006), Hanmer y Booth (2001), Kakwani et al. (2004), Kraay (2006), Ravallion (2004, 2001), Ravallion y Datt (1999), Huesca y Arreola (2011), Hernández Laos (2009).

Tomando como punto de partida el trabajo de Ravallion (1992) en el que brindan, por primera vez, la identidad entre crecimiento, pobreza y distribución y se estudió la manera en la que el crecimiento y la distribución pueden ser medidos con la finalidad de establecer una identidad con la tasa de variación de la pobreza. El vínculo entre los tres elementos de la identidad se observa por medio del nexo entre “las elasticidades crecimiento e ingreso de la pobreza como una función creciente del nivel de desarrollo y decreciente de la desigualdad del ingreso relativo” (Bourguignon, 2004, p. 6). Si se construye el índice de recuento de la pobreza como el área por debajo de la curva de densidad del ingreso relativo y a la

izquierda de la línea de pobreza, ambas elasticidades se identifican como el *efecto crecimiento* y el *efecto distributivo*, respectivamente.

El concepto de crecimiento pro pobre se define como aquel que le permite a la población pobre participar activa y significativamente de los beneficios de la actividad económica (Kakwani et al. 2000), y se muestra la necesidad de emplear el concepto de crecimiento en favor de los pobres (Hammer y Booth, 2001). Eastwood y Lipton (2002) brindan una mirada panorámica de la evidencia empírica que se había desarrollado hasta ese momento, mostrando las diferencias en los instrumentos de medición empleados por distintos autores, y exhiben evidencia sobre la relación entre el crecimiento, la pobreza y la desigualdad y la manera en la que distintos autores la han abordado. En relación con la formalización del fenómeno, Duclos y Araar (2007) establecen el mecanismo por medio del cual el crecimiento es o no pro pobre en función de criterios de primer y segundo orden para el crecimiento en favor de los pobres relativo y absoluto.

Los resultados sobre las investigaciones de crecimiento pro pobre son diversos, aunque, en general, todas coinciden con Hammer y Booth (2001) en la necesidad de escenarios redistributivos sujetos a patrones de crecimiento específicos. Al respecto, Ravallion (2004) realiza una revisión sobre las definiciones del crecimiento en favor de los pobres, se preocupa por la manera en la que se ha intentado medir, mostrando que el impacto aumenta en función de la medida de pobreza utilizada e identifica la importancia del grado de desigualdad inicial. Por otro lado, Kraay (2006) estudia las tres posibles fuentes del crecimiento en favor de los pobres, la primera se identifica como una tasa alta de crecimiento de los ingresos promedio; la segunda, como una alta sensibilidad de la pobreza en relación con el crecimiento; y tercero, un patrón de disminución de la pobreza en el crecimiento de los ingresos relativos. Uno de los primeros resultados que obtiene es la identificación de la importancia relativa de las tres fuentes en función del marco temporal de estudio. Utiliza variables para medir la robustez de las fuentes dentro de los países en vías de desarrollo.

Los resultados empíricos de las investigaciones sobre crecimiento en favor de los pobres son variados y aplicada a distintos países. Casos como el de México (Bourguignon, 2004; Huesca y Arreola 2011; Hernández Laos, 2009); Tailandia, Laos y Corea del sur (Kakwani et al. 2000); India (Ravallion y Datt, 2002); Indonesia (Timmer, 2004); y Tailandia (Son, 2004) han sido ampliamente explorados por la bibliografía especializada. Por medio de instrumentos de simulación y ejercicios econométricos se ha mostrado si la desigualdad del ingreso en México potencia o inhibe la reducción de la pobreza considerando un escenario de 10 años con crecimiento anual del 3%. Aunque los resultados no son concluyentes, ya que depende de la distribución del ingreso inicial (Bourguignon, 2004); se muestra evidencia empírica sobre Tailandia, Laos y Corea del sur y los periodos en los cuales el crecimiento de dichos países ha sido en favor de los pobres basado en un argumento teórico de desarrollo por goteo y la construcción de un índice que sugiere la existencia de crecimiento en favor de los pobres (Kakwani et al., 2000).

En la bibliografía especializada también se encuentran desarrollos de relevancia empírica. Son (2004) propone la construcción de la curva del crecimiento de la pobreza, en contraposición con la curva de incidencia del crecimiento planteada por Ravallion (2003). Demostrando que la curva de crecimiento de la pobreza muestra resultados más robustos, mostrando los episodios para los que la economía de Tailandia ha sido pro pobre. Ravallion y Datt (2002) se cuestionan los escenarios en los que el crecimiento es pro pobre en algunos estados de la India. Se preocupan por incorporar en el análisis factores que determinan el nivel de crecimiento de un país. Por medio de un ejercicio econométrico y de simulación muestran cómo la composición del crecimiento por sectores impacta diferenciadamente a la pobreza de la India. Timmer (2004) profundiza en las razones que, a su criterio, considera como las variables relevantes del crecimiento pro pobre. Realiza un análisis exploratorio de la experiencia de crecimiento de Indonesia y sus países vecinos, enfocándose en entender los determinantes de la distribución del ingreso en Asia y su conexión con el crecimiento pro pobre en Indonesia. Enfatiza la importancia de las políticas

sectoriales en contraste con las políticas macroeconómicas y propone un modelo conceptual que permite establecer el mecanismo por medio del cual se da el crecimiento en favor de los pobres.

En los estudios referidos se ha cuantificado el fenómeno de interés, sin embargo, no se ha profundizado en las causas que lo determinan, salvo en Hernández Laos (2009), quien lo realiza a nivel nacional y en las dimensiones rural y urbana. En ninguna referencia, se encuentra un trabajo que indague dicho fenómeno en la dimensión regional. La cual es sumamente relevante ya que, como bien apunta Debraj (1998), el crecimiento presenta una distribución particular generando distintos niveles de pobreza. Trabajos seminales de autores como Baran y Sutcliffe (1957), Robinson (1979), Solow (1990), Ravallion (1992) intuían la relación triangular. Sin embargo, el esbozo que realizaron no permitió profundizar el análisis de la relación que, posteriormente, esclareció Bourguignon (2004). La existencia de tal simultaneidad propicia la necesidad de determinar las causas que la definen, en el ámbito nacional, y mostrar sus diferencias regionales.

Para el caso de México, Hernández Laos (2009) analizó el crecimiento, la distribución del ingreso y la pobreza. Por medio de una revisión de bibliografía sobre crecimiento pro pobre, marco analítico del triángulo de Bourguignon (2004), cuantificó la relación entre la distribución y el crecimiento como factores determinantes de la pobreza y esbozó las causas de dicha relación a nivel nacional y en el ámbito rural y urbano. El análisis pormenorizado de las posibles causas que determinan el vínculo dentro del maridaje del triángulo de Bourguignon, poniendo énfasis en los enlaces del mercado laboral y la remuneración de los distintos sectores productivos de la economía, también se realizó por Hernández Laos (2009).

Sin embargo, el estudio de Hernández Laos (2009) se encuentra incompleto ya que no investiga el ámbito regional. Por un lado, sostiene que, con base en la evidencia empírica, “el ingreso del segmento más pobre de la población aumenta proporcionalmente con el crecimiento económico, característica que es consistente entre regiones, periodos, niveles de ingreso y tasas de crecimiento”

Hernández Laos (2009, p. 45). Por otro, en una investigación previa, Hernández Laos (2000, p. 869) argumenta que las disparidades en la distribución del ingreso en escala nacional se reproducen en las regiones económicas como si se hablara de geometría fractal. No obstante, en un escenario dinámico, los canales que distribuyen el ingreso muestran heterogeneidad regional, lo que no permite mantener el supuesto de autosimilaridad (Mandelbrot, 1977, 1982 y 1997).

Por ello, resulta de interés indagar las causas y cuantificar los factores que determinan la relación matemática del triángulo de Bourguignon incluyendo un escenario regional que permita cotejar el argumento de Hernández Laos (2000) en favor de la heterogeneidad regional de dicha relación y evidenciar las diferencias asociadas a la variación marginal de la tasa de pobreza en correspondencia con el ciclo económico. Dicho interés surge porque las causas que determinan dicho vínculo no se han explorado en el ámbito regional, aunque Hernández Laos (2009) avanzó en tal cuestión a nivel nacional y en el ámbito rural y urbano, surge la necesidad de apuntalar o rechazar tal afirmación bajo un escenario de regionalización específico, para mostrar la heterogeneidad dinámica.

Con base en ello, se plantea que existen diferencias regionales en las tasas de pobreza y los factores determinantes, crecimiento y distribución, definen las sendas regionales diferenciadas en la variación de corto plazo de la tasa de pobreza. En general, se pretende explicar la variación en un índice de pobreza como resultado del efecto crecimiento y el efecto distribución. Al descomponer dicha relación algebraica en J regiones y cuantificar los efectos mencionados y sus interacciones regionales, para poder explicar, así, la importancia de las regiones dentro de un escenario de heterogeneidad económica, tal como se aprecia en las regiones de México.

Considerando la heterogeneidad económica de México, se espera que exista una diferencia significativa entre la distribución del ingreso de cada región, entre el tipo de crecimiento que presenta cada una de ellas y se cuantifica el efecto que tienen en la variación de la tasa de pobreza. La medición de dichos efectos se realiza por medio de la descomposición regional del algoritmo de Bourguignon, donde se

capturan y contabilizan los efectos directos e indirectos, de corto y mediano plazo. Esto permite indagar sobre las diferencias regionales de los tres elementos y explorar la relación subyacente entre pobreza, crecimiento y distribución en el ámbito regional de México. Se presume que la relación triangular mantiene sendas diferenciadas entre regiones ocasionadas, fundamentalmente, por los matices en la dualidad del mercado laboral y las condiciones estructurales de las regiones e idiosincráticas de los hogares.

Se esgrime como hipótesis principal que las diferencias en las tasas de pobreza en las regiones de México se explican por los distintos niveles de crecimiento económico regional y por los canales de distribución del ingreso, tanto regionales como interregionales, debido a la heterogeneidad económica de México reflejada en las distintas estructuras productivas y en los patrones de distribución del ingreso de los hogares; es por ello que las causas que establecen el triángulo de Bourguignon en México no son uniformes entre regiones.

El contexto nacional de la relación triangular estudiada en la presente investigación se ha puesto de manifiesto con anterioridad en diversos trabajos. Hernández Laos (2009) apuntaba que a partir del año 2000 y hasta 2006, el crecimiento económico en México, si bien había sido incipiente, era de carácter “pro-pobre”. Principalmente por el acompañamiento de efectos redistributivos derivados, entre otras cosas, por el incremento de perceptores de ingreso por hogar, los efectos del bono demográfico, el incremento de remesas y transferencias públicas focalizadas y, en general, la transformación del mercado laboral. Sin embargo, las predicciones de Hernández Laos (2009) sobre el primer sexenio del milenio relacionadas con los efectos redistributivos y su posible creación de un proceso de causación circular acumulativa por medio del cual la disminución de la desigualdad favoreciera el crecimiento y este, a su vez, al abatimiento de la pobreza, no se vieron cristalizadas.

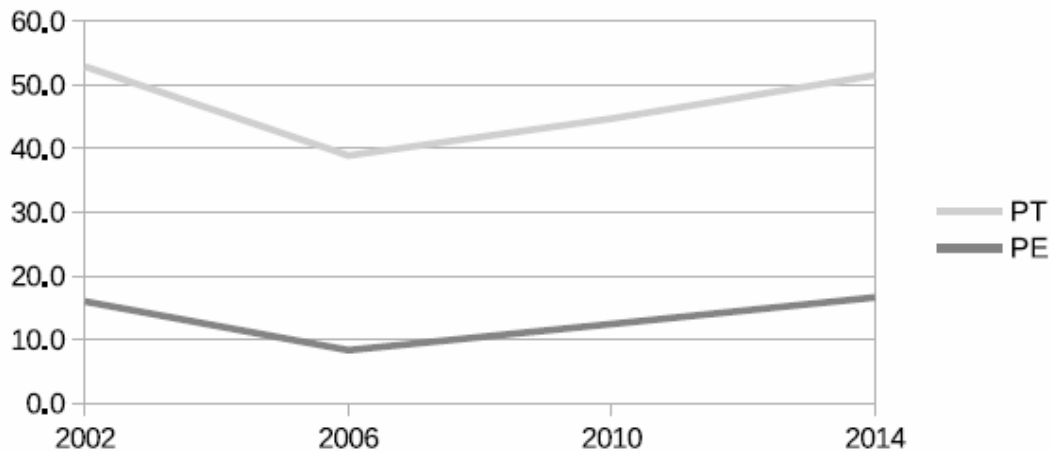
El factor decisivo en el impedimento de dichas predicciones fue, sin duda, el efecto de la crisis internacional de 2008 y sus repercusiones en la dinámica del crecimiento, los procesos distributivos y, por ende, la tasa de pobreza. Estos efectos

han sido esbozados, desde perspectivas distintas y con metodologías diferentes, por Campos-Vázquez y Monroy-Gómez-Franco (2016) y Hernández Laos y Benítez (2014), Huesca y Llamas (2016) y Araar et al. (2009). Quienes, por separado, ha mostrado el vínculo entre la evolución de la pobreza y los vaivenes del ciclo económico. En específico, Hernández Laos y Benítez Lino (2014) han mostrado como la tasa de pobreza se encuentra ligada al ciclo económico y periodos de contracción económica, caracterizados por la crisis internacional de 2008, afectan de manera directa el comportamiento de la tasa de pobreza, principalmente por los efectos sobre el mercado laboral.

Es por ello, que dentro del periodo de estudio de la presente investigación se identifican tres sub periodos, caracterizados cada uno por su vínculo con la crisis internacional de 2008. El primero, 2002-2006, corresponde con el periodo pre crisis y coincide con las tendencias planteadas por diversos investigadores sobre la disminución de la tasa de pobreza y su coincidencia con los efectos del crecimiento pro-pobre. El segundo, 2006-2010, se identifica como el periodo de crisis y se acusan los mayores retrocesos en materia de disminución de la pobreza y redistribución del ingreso, así como los efectos de la contracción de la economía y sus efectos cíclicos. Por último, 2010-2014, periodo post crisis, en el cual, en primera instancia se esperaría una recuperación de los indicadores clave de la dinámica del crecimiento, la distribución y la pobreza.

Este fenómeno se muestra en la gráfica 1 donde se aprecia con claridad que, durante el periodo pre crisis, la tasa de pobreza mostró una reducción significativa, tal como apuntaba Hernández Laos (2009). Sin embargo, en el periodo de crisis dicha tendencia se revierte generando incrementos considerables en las tasas de pobreza, tanto total y extrema. A diferencia del fenómeno esperado, el periodo post crisis muestra continuidad en la tendencia alcista de la tasa de pobreza, fenómeno que requiere profundización en su explicación ya que en la medida en la que se recupera la economía, y a la luz de los postulados de Hernández Laos y Benítez (2014) sobre el acompañamiento de la tasa de pobreza y el ciclo económico, se esperaría que la recuperación de la economía a partir de 2010 se viera acompañada

de una reducción en la tasa de pobreza. Sin embargo, ha sucedido lo contrario, la tendencia alcista de la tasa de pobreza la ha ubicado a niveles similares a 2002, generando una década perdida en términos de reducción de la pobreza y distribución del ingreso.



Fuente: elaboración propia con base en ENIGH 2002, 2006, 2010 y 2014.

Gráfica 1. Evolución de la tasa de pobreza total y extrema en México.
2002-2014

Los cálculos de pobreza regional se realizan con base en las sugerencias del Comité Técnico (2002), derivado de las recomendaciones del Comité en la construcción del ingreso corriente total se obtuvo un ingreso comparable desde 1992. A diferencia de la metodología del CONEVAL, la cual solo es compatible para los años 2010 a 2014, para 2016 se ajusta por medio del modelo estadístico propuesto por Coneval y no es comparable con las estimaciones de 2018 y 2020. Una de las recomendaciones principales del Comité fue construir canastas que reflejaran la actualidad de la dinámica de consumo de la población, ya que el propio Comité utilizó las canastas de INEGI-CEPAL. Como resultado de ello, se construyeron las canastas alimentaria y no alimentaria en 2003 (Hernández Laos et al., 2004; Cantú et al., 2004), las cuales emplea CONEVAL para el cálculo de pobreza multidimensional. En la presente investigación se emplea la metodología

del Comité para la construcción del ingreso corriente total por miembro de hogar y se utilizan las canastas de Hernández Laos et al. (2004) y Cantú et al. (2004) para los cálculos de pobreza.

Con base en la metodología del Comité se obtuvo el ingreso corriente total por miembro de hogar para los años 2002, 2006, 2010 y 2014. Se utilizan las líneas de bienestar de CONEVAL, las cuales se construyen por medio de las canastas alimentaria y no alimentaria antes mencionadas. Con base en tal ingreso y la definición de las líneas de bienestar para los mismos años se obtuvo el índice de recuento de la pobreza total y pobreza extrema, y con base en ellos y la población estatal se obtuvo la tasa de pobreza por estado, la cual se puede apreciar en la gráfica 1 y el cuadro 2.

La variación en las tasas de pobreza extrema (PE) y pobreza total (PT) ha evolucionado en función de los cambios en la distribución, por un lado, y como resultado de la dinámica de la economía nacional. En el periodo pre crisis, se observó una tasa de crecimiento media anual de 10.3%, mientras que en el periodo de crisis la economía experimentó una contracción de 2.4%. El PIB per cápita experimentó una caída durante la crisis y se recuperó en el periodo post crisis, aunque no de manera relevante. Este comportamiento explica de manera parcial el incremento de la tasa de pobreza durante la crisis. Aunque el PIB per cápita se incrementó en el periodo post crisis, este no se vio reflejado en disminuciones en las tasas de pobreza, esto puede ser resultado de una alta concentración en la parte alta de la distribución, cuadro 1, pasando de 36.9% a 40.2% entre 2010 y 2014 en el decil más alto.

Las diferencias regionales en la tasa de pobreza en el crecimiento económico y la distribución del ingreso se han puesto de manifiesto en diversos estudios. Hernández Laos (1977) explica las diferencias regionales en la estructura manufacturera y su eficiencia durante un periodo de casi 100 años. Por otro lado, Hernández Laos (1984) muestra cómo las tendencias de largo plazo entre las diferencias regionales han mostrado un patrón de distanciamiento, no solo en el ámbito económico, sino también en el social y cultural.

Cuadro 1. Evolución de la distribución del ingreso por deciles, 2002-2014

Decil	2002	2006	2010	2014
1	1.5	1.6	1.6	1.6
2	2.6	2.8	2.9	2.9
3	3.6	3.7	3.9	3.8
4	4.4	4.7	4.9	4.7
5	5.8	5.7	6	5.7
6	7	7	7.3	6.9
7	8.7	8.6	9	8.4
8	11.2	11	11.5	10.7
9	16	15.7	15.9	15.1
10	39.3	39.3	36.9	40.2
Total	100	100	100	100

Fuente: elaboración propia con base en ENIGH 2002, 2006, 2010 y 2014.

El enfoque dominante, dentro de la teoría económica, ha profundizado el estudio de las diferencias regionales relacionadas, principalmente, con la concepción de la convergencia y la disminución de dichas disparidades. Sin embargo, algunos estudios aplicados al caso de México (Gutiérrez Flores, 2008; Sastré-Gutiérrez y Rey, 2008), han demostrado cómo, salvo en algunos periodos particulares, las diferencias regionales se han acrecentado. Las diferencias regionales mexicanas han sido ampliamente estudiadas, aunque se reconoce que, en gran medida, la disparidad económica se aprecia con mayor claridad a nivel de entidades federativas.

Por otro lado, se deja de manifiesto que existe una gran tendencia a agrupar en regiones y bajo criterios y escenarios de regionalización distintos a ciertos estados que guardan entre sí algún grado de similitud. Autores como Hernández Laos (1977, 1984); Hernández Laos y Benítez (2014), Esquivel (1999, 2000), Chiquiar (2005), Hanson y Harrison (1999), Gutiérrez Flores (2008), Sastré-Gutiérrez y Rey (2008) y Rey y Sastré-Gutiérrez (2010) han enfatizado la importancia de agrupar en conjuntos específicos a las entidades federativas con el

objetivo de clarificar el análisis y generar una correspondencia con las condiciones socioeconómicas y productivas de la sociedad.

Las diferencias regionales, cuando son analizadas desde la perspectiva de las entidades federativas, cobran una relevancia particular. El estudio del crecimiento económico, la distribución del ingreso y la pobreza expresa la heterogeneidad de México. En estudios anteriores Pérez (2008, 2010, 2012) ha enfatizado la importancia de la heterogeneidad regional de México y se han estudiado, con detenimiento, las diferencias regionales del desarrollo socioeconómico de México. Se ha enfatizado, la importancia de la incorporación explícita de la dimensión espacial y regional en la concepción de los problemas relacionados con el desarrollo económico. Las disparidades regionales de México se aprecian en una gran cantidad de indicadores de toda índole, tal como argumenta Bassols Batalla (1964) y Bassols Batalla et al. (1992) las diferencias regionales se encuentran desde los aspectos meramente geográficos, hasta los culturales y socioeconómicos.

La importancia de la heterogeneidad económica de México sobre los tres pilares de la presente investigación permite profundizar el estudio de la pobreza en el ámbito regional y sus determinantes, el crecimiento regional y la distribución del ingreso regional. La diversificación económica observada en indicadores regionales de toda índole se explica, en parte, porque el capital, tanto físico, humano y financiero busca mejores rendimientos y en ese proceso explota la movilidad interna en busca economías de escala, de aglomeración y *spillovers*, al respecto, la dinámica poblacional muestra la relación entre la producción y la diversificación sectorial, por ello, los estados con mayores tasas de crecimiento poblacional se corresponden con aquellos en los que ha aumentado, tanto la participación productiva como la diversificación sectorial. Y por el contrario las entidades históricamente más pobres son las que menos aportan al PIB nacional, se encuentran fuertemente orientadas al sector terciario y muestran una menor dinámica económica.

Cuadro 2. Evolución de la Incidencia de la Pobreza Total por Entidad Federativa.

Tasas 2002-2014

Entidad	2002	2006	2010	2014
Chiapas	79.65	62.11	75.5	81.77
Yucatán	77.79	43.27	43.53	43.54
Guerrero	72.6	58.19	62.61	65.26
Oaxaca	72.22	64.31	56.55	68.65
Veracruz	70.55	43.68	54.17	59.64
San Luis Potosí	70.31	40.7	47.7	56.4
Tabasco	69.77	40.31	47.31	45.68
Tlaxcala	66.33	27.8	39.79	56.34
Puebla	64.62	37.75	59.41	60.48
Hidalgo	64.62	57.93	54.74	53.56
Campeche	59.2	40.78	39.47	49.92
Guanajuato	57.73	47.73	49.95	57.91
Durango	55.04	49.79	47.44	49.25
Sinaloa	54.7	39.09	32.04	38.21
Morelos	54.61	36.57	38.22	48.48
Aguascalientes	53.42	31.86	36.09	48.6
México	52.16	39.54	44.33	57.88
Coahuila	51.68	38.94	42.53	51.5
Zacatecas	50.58	46.38	55.24	57.76
Michoacán	50.5	37.61	50.94	62.1
Nayarit	48.94	19.85	36.96	41.74
Sonora	46.29	24.74	36.23	39.91
Colima	44.48	25.49	26.54	41.74
Jalisco	43	39.32	34.35	40.26
Quintana Roo	36.39	29.74	27.37	42.05
Chihuahua	36.31	32.73	48.59	45.99
Querétaro	36.27	22.33	28.9	33.72
Tamaulipas	33.76	38.22	48.24	47.93
CDMX	32.28	24.3	29.61	37.67
Nuevo León	31.57	17.56	19.49	29.36
Baja California Sur	21.33	11.28	23.5	31.89
Baja California	20.58	21.98	33.91	32.99
Nacional	52.91	38.93	44.73	51.52

Fuente: Elaboración propia con base en las ENIGH 2002, 2006, 2010 y 2014

Los estados con la mayor tasa de pobreza total en 2002 son Chiapas, Yucatán, Guerrero y Oaxaca, con 79.6%, 77.7%, 72.6% y 72.2%, respectivamente. Mientras que para 2014, son Chiapas, Oaxaca, Guerrero y Michoacán, con 81.7%, 68.6%, 65.2% y 62.1%, respectivamente.

Tanto para la pobreza como para la pobreza extrema se aprecia un comportamiento particular, existe una disminución de las tasas de pobreza en el año 2006 y un repunte a partir del año 2010, aunque con ciertas diferencias. Es de notar el incremento en los Estados de Chiapas, Estado de México, Michoacán y Chihuahua; pasando de 79.6% a 81.7%, de 52.1% a 57.8%, de 50.5% a 62.1% y de 36.3% a 45.9%, respectivamente. El resto de los estados muestran una disminución en la tasa de pobreza, sin embargo, los estados con disminuciones más significativas son Yucatán, Tabasco y Sinaloa, al pasar de 77.7% a 43.5%, de 69.7% a 45.6% y de 54.7% a 38.2%, respectivamente.

Con el mismo ingreso corriente se obtuvieron indicadores de desigualdad para cada entidad federativa. Se calculó la familia de índices generalizados de entropía. Con base en dicho análisis, se observa que la disminución en la pobreza se corresponde con la disminución de la desigualdad. El uso de la familia de índices generalizados de entropía recae en los argumentos de Jenkins (1991, p. 26), Sen (1992, p. 102), Cowell (2011, p. 52) y Duclos y Araar (2007, p. 67), quienes justifican el uso de este conjunto de indicadores basado en el interés en la sensibilidad del indicador a diferentes segmentos de la distribución.

La familia de índices generalizados de entropía ($GE(\theta)$) es sensible a distintas secciones de la distribución. El índice $GE(\theta)$ enfatiza la concentración del ingreso en función del valor de θ . El parámetro puede tomar 4 valores $\theta \in \{-1, 0, 1, 2\}$. Así cuando toma valor $\theta = -1$ el índice es sensible a las diferencias entre la parte baja de la distribución y la parte alta (Jenkins, 1991, p. 31); cuando $\theta = 0$, el indicador toma la forma de la desviación media de los logaritmos y mide la desviación promedio entre la participación del logaritmo del ingreso y el logaritmo del valor que representaría la igualdad perfecta en la parte baja de la distribución (Cowell, 2011, p. 57); cuando $\theta = 1$, el indicador toma la forma del índice de Theil y mide la

concentración a lo largo de toda la distribución; cuando $\theta = 2$, el indicador se conoce como la mitad del cuadrado del coeficiente de variación y es sensible a la parte alta de la distribución (Duclos y Araar, 2007, p. 68). La familia de índices generalizados de entropía toma la siguiente forma:

$$GE(\theta) = \begin{cases} \frac{1}{\theta(\theta-1)} \left(\sum_{i=0}^N \left[\left(\frac{Y}{\mu} \right)^\theta - 1 \right] \right) & \text{si } \theta \notin \{0, 1\} \\ - \sum_{i=0}^N \ln \left(\frac{\mu}{Y} \right) & \text{si } \theta = 0 \\ \sum_{i=0}^N \left(\frac{Y}{\mu} \ln \left(\frac{Y}{\mu} \right) \right) & \text{si } \theta = 1 \end{cases}$$

El índice **GE(0)** en el cuadro 3, muestra, al igual que el anterior, una disminución a lo largo del periodo de estudio, salvo en los estados de Campeche, CDMX, Chiapas, Estado de México, Tamaulipas y Coahuila, siendo Coahuila y Chiapas los estados en los que el incremento ha sido significativo, el primero paso de 0.227 a 0.611 y el segundo de 0.372 a 0.492. Con **GE(0)** Puebla se identifica como el estado más desigual de la república, mientras que Baja California sur es el menos desigual con un valor entre 0.215 en 2002 y 0.292 en 2014.

Cuadro 3. Evolución del índice Generalizado de Entropía por Entidad Federativa.

GE(0) 2002-2014

Entidad	2002	2006	2010	2014
Puebla	0.469	0.33	0.332	0.337
Veracruz	0.441	0.398	0.392	0.356
Guerrero	0.439	0.384	0.392	0.335
Jalisco	0.421	0.388	0.319	0.277
Yucatán	0.415	0.423	0.344	0.346
Campeche	0.414	0.389	0.388	0.481
CDMX	0.399	0.452	0.425	0.491
Oaxaca	0.397	0.465	0.435	0.37
Tabasco	0.39	0.376	0.284	0.333
Hidalgo	0.386	0.504	0.313	0.346
San Luis Potosí	0.378	0.454	0.417	0.365

Chiapas	0.372	0.339	0.453	0.492
Morelos	0.368	0.311	0.279	0.357
Nuevo León	0.363	0.28	0.254	0.33
Michoacán	0.351	0.406	0.326	0.322
Querétaro	0.348	0.341	0.324	0.332
Chihuahua	0.344	0.33	0.395	0.337
Durango	0.338	0.372	0.291	0.26
México	0.334	0.338	0.33	0.413
Sonora	0.328	0.401	0.304	0.38
Quintana Roo	0.322	0.346	0.333	0.332
Aguascalientes	0.318	0.32	0.28	0.338
Tamaulipas	0.314	0.366	0.305	0.451
Nayarit	0.311	0.422	0.359	0.349
Guanajuato	0.306	0.378	0.321	0.299
Zacatecas	0.302	0.412	0.324	0.446
Sinaloa	0.297	0.405	0.26	0.367
Colima	0.297	0.357	0.286	0.364
Baja California	0.271	0.331	0.405	0.315
Coahuila	0.227	0.521	0.344	0.611
Tlaxcala	0.224	0.19	0.206	0.251
Baja California Sur	0.215	0.274	0.284	0.292
Nacional	0.436	0.426	0.396	0.428

Fuente: Elaboración propia con base en las ENIGH 2002, 2006, 2010 y 2014

A pesar de la gran utilidad del análisis de las entidades federativas, es común, en la bibliografía especializada, el uso de escenarios de regionalización. Este marco de referencia se emplea, comúnmente, con el objetivo de agrupar en unidades espaciales específicas a entidades federativas con cierto grado de similitud. En la presente investigación se debe considerar que el escenario de regionalización debe de satisfacer una premisa fundamental, las regiones deben ser homogéneas para la pobreza. Rey y Sastré (2010) demuestran cómo en un escenario espacio-temporal las regionalizaciones planteadas con anterioridad no muestran estabilidad inferencial en términos espaciales, pues cometen el error de la falacia ecológica. Rey y Sastré (2010) demuestran cómo, por medio del algoritmo Max-p,

se construye un escenario de regionalización eficiente que maximiza la homogeneidad intrarregional y maximiza la heterogeneidad interregional, al mismo tiempo, el escenario resultante cumple con las propiedades inferenciales en términos espaciales ya que permite detectar la desigualdad interregional significativa entre los años de 1940 y 2000. Con ello, logran construir una regionalización homogénea para la desigualdad del ingreso per cápita.

Con base en los hallazgos encontrados por Rey y Sastré (2010) se plantea la construcción de un escenario de regionalización para el índice de recuento de la pobreza en México. La regionalización construida se basa, al igual que en Rey y Sastré (2010), en el algoritmo Max-p de Duque et al. (2011) y el problema de las p regiones (Duque et al., (2012)). Se construye un escenario de regionalización homogénea para el índice de pobreza.

El algoritmo Max-p tiene su raíz en el problema de las p-regiones (Duque et al., 2009, p. 104) el cual “involucra la agregación de un conjunto finito de n pequeñas áreas en un conjunto de p regiones, donde cada región está geográficamente conectada, mientras se optimiza una función objetivo predefinida”. De acuerdo con Duque et al. (2009, p. 105) el modelo de las p-regiones busca optimizar una función objetivo que sea una medida de homogeneidad intrarregional general y una medida de heterogeneidad interregional. Así, la heterogeneidad regional se calcula por medio de un índice de disimilitud.

$$P(H) = \sum_{k=1}^p H(C_k) \quad \forall k \in n$$

$$H(C_k) = \sum_{i,j \in C_k} d_{ij}$$

$$d_{ij} = \sqrt{(y_i - y_j)^2} \quad \forall i \neq j$$

donde $H(C_k)$ es la medida de heterogeneidad de la región k , la cual se calcula por medio de la suma de d_{ij} o el indicador de disimilitud de la variable y entre las áreas i y j . Así, la heterogeneidad de las p regiones se define como la suma de la heterogeneidad de cada una de las áreas que la conforman, de manera tal que “el

problema de las p-regiones agrega n áreas en p regiones espacialmente contiguas, mientras se minimiza el valor de $P(H)$ ” (Duque et al., 2009, p. 106). Por lo tanto, se minimiza

$$P(H) = \sum_{k=1}^p \sum_{ij \in C_k} \sqrt{(y_i - y_j)^2}$$

El problema de las p-regiones es la base del algoritmo Max-p el cual persigue el objetivo de agregar n áreas en un número máximo y desconocido de p regiones mientras se asegura que cada región satisface un umbral mínimo predefinido por un atributo espacialmente extensivo en el que el número de regiones p se modela como un parámetro endógeno (Duque et al., 2011). De acuerdo con Duque et al. (2012, p. 403) la formulación del algoritmo Max-p es la siguiente:

Parámetros:

i = conjunto de áreas, $i = 1, \dots, n$

k = índice de regiones potenciales, $k = 1, \dots, n$

C = índice de contigüidad, $c = 0, \dots, q$ con $q = n - 1$

w_{ij} = matriz de contigüidad

N_i = conjunto de áreas adyacentes al área i

d_{ij} = relación de disimilitud entre las áreas i y j

l_i = valor del atributo espacialmente extensivo

umbral = valor mínimo del atributo l_i

Con dichos parámetros el algoritmo minimiza la función de heterogeneidad regional sujeta a un conjunto de siete restricciones espaciales. Con base en dicho algoritmo, se realizó un conjunto de escenarios que permitieran seleccionar, de entre ellos, al más eficiente. Considerando que existen tres variables relevantes, se realizó un proceso de permutaciones entre los tres elementos, pobreza, distribución y crecimiento. Se realizó un proceso en el cual se construyó, con base en el algoritmo, un conjunto de escenarios de regionalización. Las variables a

utilizar fueron el índice de recuento por entidad federativa, el índice de Theil y el ingreso per cápita para los años 2002, 2006, 2010 y 2014.

Se construyó un escenario para cada permutación, así, se obtuvieron seis escenarios, para cada uno de los años seleccionados. Por ejemplo, se obtuvo una regionalización para la desigualdad del ingreso medida por el índice de Theil con el ingreso per cápita como atributo espacialmente extensivo, para cada año. Se identificó dentro de los seis escenarios aquel que mantiene estabilidad espacial en los años seleccionados. El escenario de regionalización adoptado es homogéneo para el índice de pobreza con el índice de desigualdad de Theil como atributo espacialmente extensivo. Con esto se obtuvo una regionalización homogénea para la pobreza y la desigualdad y estable para los años 2002, 2006, 2010 y 2014.

La regionalización adoptada a partir de la aplicación del algoritmo Max-p cuenta con cinco regiones homogéneas para la pobreza y la desigualdad: región golfo-caribe (0); región centro (1); región frontera (2); región sur (3) y región occidente (4). El escenario se aprecia en la gráfica 2.

Cuadro 4. Regiones

Región	Estados
0 Golfo	Campeche, Hidalgo, Quintana Roo, San Luís Potosí, Tabasco, Veracruz y Yucatán
1 Centro	CDMX, Estado de México, Morelos, Querétaro y Tlaxcala
2 Norte	Baja california, Baja California Sur, Coahuila, Chihuahua, Nuevo León, Sonora y Tamaulipas
3 Sur	Chiapas, Guerrero, Oaxaca y Puebla
4 Occidente	Aguascalientes, Colima, Durango, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Sinaloa y Zacatecas



Fuente: Elaboración propia con base en la ENIGH 2002, 2006, 2010 y 2014 por medio del módulo ClusterPy de QGIS para el algoritmo Max-P

Gráfica 2. Escenario de regionalización adoptado

El algoritmo Max-P asegura que las regiones son altamente homogéneas para la pobreza y la desigualdad, es decir, se maximizan la homogeneidad intrarregional y la heterogeneidad interregional simultáneamente para la pobreza y la desigualdad.

2. EL ALGORITMO DE BOURGUIGNON

El algoritmo de Bourguignon (2004) identifica la variación en la pobreza como una identidad algebraica entre un índice de pobreza y la tasa de crecimiento del ingreso promedio más la variación en la distribución del ingreso más un residuo. Formalmente se expresa como:

$$\Delta P \equiv \Delta Y + \Delta DY + R$$

Donde el primer término de la derecha de la identidad se identifica como el efecto crecimiento, el segundo como efecto distribución y de acuerdo con Ravallion (1992) el tercer elemento se considera como el residuo. Sin embargo, es precisamente dicho residuo el que permite la interacción entre los efectos crecimiento y distribución. Para Ravallion (1992) dicho efecto no es vano, por el contrario, cuenta con una interpretación propia y se relaciona, principalmente, con la dependencia entre el crecimiento y la manera en la que este se distribuye. Aunque, y tal como lo afirma Ravallion (1992), cuando permanece constante alguna de las dos fuentes, dicho término pierde relevancia. Este argumento se cumple en el ámbito nacional, ya que al introducir regiones el crecimiento y la manera en la que este se distribuye presenta dependencia interregional por lo que el residuo toma una importancia fundamental.

Con base en dicha relación triangular, se esboza la relación existente entre un determinado número de regiones, de manera tal que se pueda obtener la descomposición regional del algoritmo de Bourguignon. Se ha revisado de manera pormenorizada la metodología planteada en Bourguignon (2004), Bourguignon (2003) y Ravallion (1992), donde se define la relación entre crecimiento, pobreza y distribución. Con base en dicha metodología, se realiza una descomposición por regiones, de manera tal que dicha descomposición sea factible y exacta. Se descompone el algoritmo de Bourguignon para dos regiones empleando, de manera exhaustiva, la metodología planteada en Bourguignon (2003). Con base en ella y empleando el criterio de Bourguignon (2003) y la definición de Ravallion (1992), se definió el criterio por medio del cual la descomposición del algoritmo es pertinente.

En el trabajo de Bourguignon (2003) se ha profundizado, particularmente, en la definición formal de los efectos. Se ha estudiado la manera en la que los efectos se pueden contabilizar, principalmente, por medio del incremento del ingreso promedio, para el efecto crecimiento, y por la desviación estándar del logaritmo del ingreso para el efecto distribución. De Ravallion (1992) se ha tomado la manera en la que se define el residuo y la forma en la que este debe ser interpretado ya que,

como bien apuntan dichos autores, el residuo toma una importancia fundamental en función de las características del estudio a desarrollar. Se profundizó en la manera en la que los efectos y el residuo se deben interpretar y los escenarios en los que, de manera particular, el residuo se debe interpretar de manera cautelosa. Con base en ambos estudios, se diseña la descomposición del algoritmo de Bourguignon para dos regiones. Se ha tenido sumo cuidado en las propiedades que se deben satisfacer al realizar una descomposición, para ello se siguen las recomendaciones de Shorrocks (1984), con el objetivo de establecer una descomposición que cumpla con todas las propiedades deseables.

De acuerdo con Bourguignon (2003) el residuo o efecto interacción se elimina por medio de la transformación lognormal. Aunque coincide con la definición de Ravallion (1992) donde se argumentan los motivos por los que dicho residuo puede eliminarse. Siguiendo a Hernández Laos (2009, p.54), el residuo se puede eliminar al aplicar una función de densidad lognormal, ya que la curva de Lorenz puede ser aproximada de manera exacta por ella.

3. DESCOMPOSICIÓN REGIONAL DEL ALGORITMO DE BOURGUIGNON

Dado que el interés sustantivo radica en la necesidad de descomponer regionalmente el algoritmo de Bourguignon, es necesario considerar las características que demanda una descomposición regional para que siga siendo válida en el agregado. Una característica de suma importancia es la cualidad de aditividad (Shorrocks, 1984), la cual implica que la suma de las partes debe ser igual al total. En otras palabras, la descomposición regional del triángulo de Bourguignon debe ser aditivo para que la suma de cada triángulo regional sea el triángulo nacional.

Para llevar a cabo tal tarea, es necesario poder establecer las condiciones necesarias para realizar la descomposición del algoritmo de Bourguignon de la manera más eficiente posible. Siguiendo la recomendación de Bourguignon (2003), la transformación lognormal permite analizar la tasa de cambio del índice

de pobreza en función del ingreso promedio expresado en proporciones y la desviación estándar del logaritmo del ingreso normalizado. Con dicha transformación se logra que "a tasa de variación de la pobreza se exprese como función creciente del nivel de desarrollo medido por la proporción $\frac{Z}{\bar{y}}$ y como función decreciente del grado de la desigualdad del ingreso relativo medido por la desviación estándar del logaritmo del ingreso normalizado" (Bourguignon, 2003, p. 15).

Con ello, se logra que la descomposición sea totalmente algebraica, ya que, como se demostrará a continuación, la suma de las partes representa el total. Para comenzar, se supone la existencia de dos regiones. Por lo que el triángulo toma la siguiente forma:

$$\Delta P \equiv \Delta Y_1 + \Delta Y_2 + \Delta DY_1 + \Delta DY_2 + R$$

Donde ΔY_i representa el efecto crecimiento en cada región; ΔDY_i , el efecto distribución en cada región y por el momento, R representa el residuo o efecto interacción. Empleando la nomenclatura utilizada por Bourguignon (2003), y descomponiendo el efecto interacción, el triángulo toma la siguiente forma:

$$\Delta P \equiv \left[F_1 \left(\frac{Z}{\bar{Y}_2} \right) - F_1 \left(\frac{Z}{\bar{Y}_1} \right) \right] + \left[F_2 \left(\frac{Z}{\bar{Y}_2} \right) - F_1 \left(\frac{Z}{\bar{Y}_2} \right) \right] + R$$

Donde ΔP representa la variación del índice de recuento de la pobreza, F_i la función de distribución del ingreso en el momento i , Z es la población por debajo de la línea de pobreza asociada con la función de distribución F_i , $\bar{Y}_i$ es el ingreso promedio en el momento i .

$$\Delta P \equiv \left[F_{11} \left(\frac{Z}{\bar{Y}_{21}} \right) - F_{11} \left(\frac{Z}{\bar{Y}_{11}} \right) \right] + \left[F_{12} \left(\frac{Z}{\bar{Y}_{22}} \right) - F_{12} \left(\frac{Z}{\bar{Y}_{12}} \right) \right] + \left[F_{21} \left(\frac{Z}{\bar{Y}_{21}} \right) - F_{11} \left(\frac{Z}{\bar{Y}_{21}} \right) \right] + \left[F_{22} \left(\frac{Z}{\bar{Y}_{22}} \right) - F_{12} \left(\frac{Z}{\bar{Y}_{22}} \right) \right] + R_1 + R_2$$

Donde F_{ij} representa la función de distribución de la región j en el momento i , z_j la población de la región j por debajo de la línea de pobreza, $\bar{y}_{ij}$ el ingreso promedio de la región j en el momento i .

Al expresar la identidad anterior en diferenciales, se tiene:

$$\Delta P \equiv \Delta Y_1 + \Delta Y_2 + \Delta DY_1 + \Delta DY_2 + R$$

Al generalizar a J regiones, se obtiene:

$$\Delta P \equiv \sum_{j=1}^J \Delta Y_j + \sum_{j=1}^J \Delta DY_j + \sum_{j=1}^J R_j$$

Para garantizar la estabilidad de la descomposición y su representatividad numérica se recurre a una descomposición ponderada. La variación de la tasa de pobreza nacional se iguala a la suma de las variaciones de las tasas regionales ponderadas por la población y dichas variaciones son equivalentes a los efectos, crecimiento y distribución, ponderados por el inverso de la tasa de pobreza regional. Esto permite obtener una descomposición regional del algoritmo de Bourguignon capaz de identificar, tanto las aportaciones regionales a la variación de la tasa de pobreza nacional, como los efectos, crecimiento y distribución, a nivel regional y nacional. La descomposición regional del algoritmo toma la siguiente forma:

$$\Delta P = \sum_{j=1}^J \Delta p_j \lambda_j \equiv \sum_{j=1}^J \Delta Y_j \kappa_j + \sum_{j=1}^J \Delta DY_j \kappa_j + \sum_{j=1}^J R_j \quad \forall i \neq j$$

Donde Δp_j es la variación de la tasa de pobreza regional, λ_j es el ponderador poblacional de la región j y κ_j es el inverso de la tasa de pobreza de la región j . Con base en el cuadro 5, se aprecia que la tasa de pobreza total disminuyó 1.3%, durante el periodo 2002-2014. Por medio de la descomposición regional del algoritmo de Bourguignon se observa que dicha variación se explica, en primer lugar, por tres fuentes; el efecto crecimiento, efecto distribución y el residuo. La columna titulada P refleja las aportaciones regionales a la pobreza nacional. Se advierte, un incremento de la pobreza en 0.96 y 1.12 en las regiones Centro y Norte, respectivamente, mientras que en las demás regiones la disminución de la tasa de pobreza colabora con la disminución a nivel nacional, es decir, la variación en la tasa de pobreza nacional es la suma de las aportaciones regionales en la variación de la pobreza.

Por otro lado, de la variación de -1.38%, -0.97% se explica por el efecto crecimiento, es decir al resultado del incremento del ingreso; -0.17% se debe al efecto distribución, es decir a cambios relacionados con la distribución del ingreso; y un 0.24% al residuo. La descomposición planteada en el cuadro 5 permite identificar, además de los efectos mencionados, las aportaciones de cada una de las regiones, tanto a la variación en la pobreza nacional como sus aportaciones a las fuentes de crecimiento y distribución. Se aprecia que la región que aporte en mayor medida al factor crecimiento fue la región Golfo, con un efecto crecimiento regional de -1.87, es decir, la aportación a la disminución de la pobreza por la vía del crecimiento económico fue de -1.87%. La región que brindó una mayor aportación al efecto distribución, fue la región Golfo la cual aporta -0.38 del -0.17 nacional, lo que sugiere que la región Golfo observó modificaciones importantes en la distribución o redistribución del ingreso. Por otro lado, en la región Centro y Norte hubo incrementos en la tasa de pobreza, explicados, por los dos fuentes planteadas. En la región Norte, la falta de crecimiento generó un incremento de la pobreza de 0.92%, mientras que la región Centro resultó perjudicada por el efecto distribución, pues tuvo impacto regresivos en la pobreza por 0.38%.

Cuadro 5: México: Descomposición regional del algoritmo de Bourguignon para la pobreza total, 2002-2014

Región	DP	Efectos		
		Crecimiento	Distribución	Residuo
Golfo	-2.53	-1.87	-0.38	-0.28
Sur	-0.59	-0.28	-0.32	0.01
Occidente	-0.35	-0.24	0	-0.1
Centro	0.96	0.5	0.38	0.08
Norte	1.12	0.92	0.16	0.05
Nacional	-1.38	-0.97	-0.17	-0.24

Fuente: Elaboración propia con base en las ENIGH 2002,2014

Durante el periodo 2002-2006, la tasa de pobreza total disminuyó en -13.9%, esta disminución corresponde al efecto crecimiento en -15.7% y 5.3% al efecto

distribución. La región Golfo y Centro fueron las que contribuyeron, en mayor medida, a la disminución de la tasa de pobreza, resaltando el efecto crecimiento en la región Sur de -11.12%. En el cuadro 6 se aprecia que el efecto distribución operó de manera diferenciada, actuando en beneficio de la disminución de la pobreza en las regiones Golfo, Occidente y Norte, mostrando que los cambios en la distribución en esas regiones generó que la disminución de la pobreza fuera de menor intensidad.

Cuadro 6. México: Descomposición regional del algoritmo de Bourguignon para la pobreza total, 2002-2006

Región	DP	Efectos		
		Crecimiento	Distribución	Residuo
Golfo	-4.19	-1.28	-0.12	-2.79
Centro	-3.27	-11.12	5.48	2.37
Sur	-2.84	-0.95	0.08	-1.97
Occidente	-2.4	-1.12	-0.12	-1.15
Norte	-1.28	-1.28	-0.02	0.02
Nacional	-13.97	-15.75	5.3	-3.52

Fuente: Elaboración propia con base en las ENIGH 2002,2006

Durante el subperiodo 2006-2010 y 2010-2014 se observaron incrementos en la tasa de pobreza total, llegando en 2014 a niveles similares a los de 2002, motivo por el cual se argumenta que el periodo de estudio se configura como una década perdida en términos de combate a la pobreza. Durante el subperiodo 2006-2010, el incremento en la pobreza total fue de 5.8% como resultado del incremento de las tasas de pobreza en todas las regiones, aunque las regiones Golfo y Occidente con menor intensidad. El 5.8% de incremento en la pobreza se explica por los dos efectos. Derivado de la falta de crecimiento la pobreza aumentó en 3.06% y derivado del deterioro de la distribución en 5.13%. Las regiones más desfavorecidas por la falta de crecimiento fueron las regiones Golfo y Occidente; las más perjudicadas por el deterioro de la distribución fueron las regiones Sur y Norte. En el periodo 2010-

2014 se observó un comportamiento similar, aunque aumenta tanto la variación en la pobreza como la magnitud de los efectos. La región Centro es la que aporta el mayor incremento a la pobreza nacional, principalmente porque es la que aporta en mayor medida al efecto distribución, es decir, es la más perjudicada por el deterioro en la distribución del ingreso. Por otro lado, la región Golfo muestra una disminución por parte del efecto distribución lo que podría sugerir que ha sido beneficiada por efectos redistributivos, tal como se puede apreciar en los cuadros 7 y 8.

Cuadro 7. México: Descomposición regional del algoritmo de Bourguignon para la pobreza total, 2006-2010

Región	DP	Efectos		
		Crecimiento	Distribución	Residuo
Occidente	0.4	0.36	0.32	-0.28
Golfo	0.88	1.87	-0.89	-0.09
Centro	1.33	0.59	1.33	-0.59
Sur	1.5	0.04	0.95	0.5
Norte	1.69	0.2	3.42	-1.93
Nacional	5.8	3.06	5.13	-2.39

Fuente: Elaboración propia con base en las ENIGH 2006,201

Cuadro 8. México: Descomposición regional del algoritmo de Bourguignon para la pobreza total, 2010-2014

Región	DP	Efectos		
		Crecimiento	Distribución	Residuo
Occidente	0.72	0.49	0.11	0.12
Golfo	0.75	0.16	0.19	0.40
Centro	0.78	0.89	0.19	-0.30
Sur	1.65	0.75	0.69	0.21
Norte	2.89	0.40	1.47	1.03
Nacional	6.79	2.69	2.64	1.45

Fuente: Elaboración propia con base en las ENIGH 2010, 2014

CONCLUSIONES

Por medio de la descomposición del algoritmo de Bourguignon, se han mostrado los periodos en los que el crecimiento ha sido en favor de los pobres para los años 2002 a 2014, en el caso de México. Se ha desarrollado, con base en el algoritmo Max-p, un escenario de regionalización homogéneo para la pobreza y la desigualdad y se ha mostrado como, efectivamente, las tasas de pobreza regional muestran sendas diferenciadas ocasionadas por los diferentes efectos crecimiento y distribución entre las regiones mexicanas, corroborando la hipótesis planteada sobre las diferencias en las sendas de pobreza regional ocasionadas por los diferentes niveles de crecimiento económico regional y los matices de la desigualdad del ingreso de los hogares. Al contrastar para diferentes años, en relación con la crisis de 2008, se encontró que la falta de crecimiento en favor de los pobres se ocasiona por los deterioros en la distribución del ingreso ocasionados por los efectos diferenciados de la crisis internacional de 2008, ya que impacto de diferentes formas en las regiones mexicanas. La descomposición regional del algoritmo de Bourguignon se configura como un instrumento analítico que permite identificar las fuentes de la variación de la pobreza y contabilizar su impacto regional. Permite, además, indagar sobre las características regionales del crecimiento en favor de los pobres y los vínculos con la desigualdad del ingreso. Este ejercicio permite contabilizar las variaciones regionales de la tasa de pobreza y sus efectos crecimiento y distribución. El análisis que de él se desprende permite identificar, a la luz de los vaivenes cíclicos de la economía mexicana vinculados con la crisis internacional de 2008, los momentos en los que el crecimiento regional ha sido en favor de los pobres o no. En particular se encuentra que salvo en el periodo 2002-2006, los efectos regionales del crecimiento fueron en contra de los pobres impulsados por los efectos distribución, mostrando un deterioro en la desigualdad regional, salvo en el caso de la región Golfo ocasionado, probablemente, por las actividades petroleras y turísticas, lo que abre una futura hipótesis sobre las causas de dichos efectos y sus diferencias regionales en el contexto mexicano. Al respecto cabría la posibilidad de investigar sobre la preponderancia sectorial de las regiones

para profundizar en las características del crecimiento regional y sus efectos diferenciados y sobre los matices en los canales de distribución de los hogares en las diferentes regiones mexicanas.

REFERENCIAS

- Araar, A., Duclos, J. Y., Audet, M., & Makdissi, P. (2009). Testing for pro-pooriness of growth, with an application to Mexico. *Review of income and wealth*, 55(4), 853-881.
- Bassols Batalla, Ángel (1964). La división económica regional de México. *Investigación económica*, 24(95), pp. 387-413.
- Bassols Batalla, Ángel; Delgadillo Macías, Javier y Torres Torres, Felipe (1992). El desarrollo regional en México: teoría y práctica.
- Baran, Paul A y Sutcliffe, Robert B (1957). *The political economy of growth*. Monthly Review Press, New York.
- Bourguignon, François, (2004), The poverty-growth-inequality triangle. En: paper prepared for a Conference on Poverty, Inequality and Growth, afd/eudn, París, noviembre 13, p. 69. Agence Fran.
- Bourguignon, Francois y Chakravarty, Satya R (2003). The measurement of multidimensional poverty. *The Journal of Economic Inequality*, 1(1), pp. 25-49.
- Cantú, Arturo; Hernández Laos, Enrique; y de la Torre, Rodolfo (2004). Construcción de una canasta básica no alimentaria para México. Serie Documentos de Investigación. SEDESOL.
- Chiquiar, Daniel (2005). Why Mexico's regional income convergence broke down. *Journal of Development Economics*, 77(1), pp. 257-275.
- Comité Técnico para la Medición de la Pobreza (2002). Medición de la pobreza, variantes metodológicas y estimación preliminar, serie Documentos de Investigación 1 SEDESOL.
- Cowell, Frank (2011). *Measuring inequality*. Oxford University Press.
- Debraj, Ray (1998). *Development economics*. Princeton University Press.

- Campos-Vázquez, Raymundo M y Monroy-Gómez-Franco, Luis A (2016). ¿ El crecimiento económico reduce la pobreza en México? *Revista de Economía Mexicana*, (1), pp. 140-185.
- Duque, Juan C; Anselin, Luc y Rey, Sergio J (2012). The max-p-regions problem. *Journal of Regional Science*, 52(3), pp. 397-419.
- Duque, Juan C; Church, Richard L y Middleton, Richard S (2011). The p-Regions Problem. *Geographical Analysis*, 43(1), pp. 104-126.
- Duclos, Jean-Yves y Araar, Abdelkrim (2007). *Poverty and equity: measurement, policy and estimation with DAD*. volumen 2. Springer.
- Eastwood, Robert y Lipton, Michael (2002). Pro-poor growth and pro-growth poverty reduction: meaning, evidence, and policy implications. *Asian development review*, 18(2), pp. 22-58.
- Essama-Nssah, Boniface y Lambert, Peter J (2006). Measuring the pro-pooriness of income growth within an elasticity framework.
- Gutiérrez Flores, Luis (2008). La distribución del ingreso en México: un análisis regional, 1990- 2004. *Problemas del desarrollo*, 39(152), pp. 139-163.
- Hanmer, L y Booth, D (2001). *Pro-Poor Growth: Why do we need it?* London: ODI .
- Hanson, Gordon H y Harrison, Ann (1999). Trade liberalization and wage inequality in Mexico. *Industrial & Labor Relations Review*, 52(2), pp. 271-288.
- Hernández Laos, Enrique(1977). The sources of regional differences in efficiency: the case of mexican manufacturing. Tesis doctoral, East Anglia University.
- Hernández Laos, Enrique (1979). Desarrollo regional y distribución del ingreso en México. *Demografía y economía*, pp. 467-499.
- Hernández Laos, Enrique (1984). La desigualdad regional en México (1900-1980). R. Cordera y C. Tello, comp., *La Desigualdad en México*, México, Editorial Siglo XXI, pp. 155-192.
- Hernández Laos, Enrique (2000). Crecimiento económico, distribución del ingreso y pobreza en México. *Comercio exterior*, 57(10), pp. 863-873.

- Hernández Laos, Enrique; Cortés, Fernando y Mora, Minor (2004). Elaboración de una canasta alimentaria para México. Serie Documentos de Investigación. SEDESOL.
- Hernández Laos, Enrique (2009). Crecimiento, distribución y pobreza (1992-2006). En: Carlos M. Urzua. Ricardo Aparicio, Verónica Villarespe (Ed.), Pobreza en México: magnitud y perfiles, pp. 43-97. UNAM, Instituto de Investigaciones Económicas, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey : Consejo Nacional de Evaluación de la Política Social..
- Hernández Laos, Enrique y Benítez Lino, Araceli (2014). La pobreza y el ciclo económico en México, 2005-2012. *Economía: teoría y práctica*, 40(1), pp. 61-102.
- Huesca Reynoso, Luis y Arreola, Martha Beatriz Padilla (2011). Una comparación de los efectos del crecimiento pro-poor para México y España entre 1984 y 2008. Cofactor .
- Huesca, L., y Llamas, L. (2016). Testing for pro-poorness of growth through the tax system: The Mexican case. *Journal of Reviews on Global Economics*, 5, 101-115.
- Jenkins, Stephen (1991). The measurement of income inequality. *Economic inequality and poverty: International perspectives*, pp. 3-38.
- Kakwani, Nanak; Pernia, Ernesto M et al. (2000). What is pro-poor growth? *Asian development review*, 18(1), pp. 1-16.
- Kakwani, N; Khandker, S y Son, H (2004). Pro-poor growth: concepts and measurement with country case studies. Brasília: International Poverty Centre. Informe técnico, PNUD, 2004 (Working Paper, n. 1).
- Kraay, Aart (2006). When is growth pro-poor? Evidence from a panel of countries. *Journal of development economics*, 80(1), pp. 198-227.
- Mandelbrot, B. B. (1977). Lecture V Fractals and turbulence: Attractors and dispersion. In *Turbulence Seminar* (pp. 83-93). Springer, Berlin, Heidelberg.

- Mandelbrot, B. B., & Mandelbrot, B. B. (1982). *The fractal geometry of nature* (Vol. 1). New York: WH freeman.
- Mandelbrot, B. B., Fisher, A. J., & Calvet, L. E. (1997). A multifractal model of asset returns.
- Pérez Méndez, Marco Antonio (2008). Desarrollo económico regional sustentable en la huasteca hidalguense. *Tiempo económico*.
- Pérez Méndez, Marco Antonio (2010). Un análisis de pobreza regional para la huasteca hidalguense. *Tiempo económico*.
- Pérez Méndez, Marco Antonio (2012). Análisis exploratorio espacial del índice de marginación en México, 2010. Tesis de maestría, Centro de investigaciones socioeconómicas, Universidad Autónoma de Coahuila.
- Ravallion, M. (1992). Poverty Comparisons: A Guide to Concepts and Methods. *Living Standards Measurement Study Working Paper* , (88).
- Ravallion, Martin (2001). Growth, inequality and poverty: looking beyond averages. *World development* , 29(11), pp. 1803-1815.
- Ravallion, Martin (2003). Inequality convergence. *Economics Letters*, 80(3), pp. 351-356.
- Ravallion, Martin (2004). Pro-poor growth: A primer
- Ravallion, Martin y Datt, Gaurav (1999). When is growth pro-poor. Evidence from the Diverse.
- Robinson, Joan (1979). Aspects of development and underdevelopment. CUP Archive.
- Timmer, C Peter (2004). The road to pro-poor growth: the Indonesian experience in regional perspective. *Bulletin of Indonesian Economic Studies*, 40(2), pp. 177-207.
- Rey, Sergio J y Sastre-Gutierrez, Myrna L (2010). Interregional inequality dynamics in Mexico. *Spatial Economic Analysis*, 5(3), pp. 277-298.
- Sastré Gutiérrez, Myrna L y Rey, Sergio J (2008). Polarización espacial y dinámicas de la desigualdad interregional en México. *Problemas del desarrollo*, 39(155), pp. 181-204.

- Sen, Amartya (1992). Sobre conceptos y medidas de pobreza. Comercio exterior , 42(4), pp. 310-322.
- Shorrocks, Anthony F (1984). Inequality decomposition by population subgroups. Econometrica: Journal of the Econometric Society, pp. 1369-1385.
- Solow, Robert (1990). Poverty and Economic Growth. En: Focus (Ed.): special issue in honor of Robert J. Lampman, volumen 12, pp. 3-5. University of Wisconsin-Madison, Institute for Research on Poverty.
- Son, Hyun Hwa (2004). A note on pro-poor growth. Economics Letters, 82(3), pp. 307-314.

ESTRUCTURA INTRARREGIONAL DE LA DESIGUALDAD EN EL NIVEL EDUCATIVO DE TAMAULIPAS

INTRAREGIONAL STRUCTURE OF EDUCATIONAL LEVEL INEQUALITY OF TAMAULIPAS

ULISES VÍCTOR JESÚS GENIS CUEVAS*

COLEGIO DE TAMAULIPAS

* Profesor-Investigador en el Colegio de Tamaulipas (COLTAM). Maestro en Economía Regional (Generación 2012-2014) por el CISE de la UAdeC y Doctor en Ciencias Económicas por la Aix-Marseille School of Economics de la Université d'Aix-Marseille en Marsella, Francia. Líneas de investigación: medición de la desigualdad, análisis de la productividad y la eficiencia, y análisis de sectores productivos. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2127-1462>. Correo: ulises.genis@tam.gob.mx

Resumen: Uno de los objetivos para el desarrollo sustentable de la ONU es garantizar la educación equitativa. Para conocer el avance en esta materia, por lo general se utilizan mediciones agregadas que ocultan aspectos importantes como la estructura intrarregional de la desigualdad, la polarización de la distribución estadística, y las mejoras en los niveles intermedios educativos. El presente capítulo propone una metodología de evaluación normativa que evita estos problemas, presentando un ranking más completo de la desigualdad en el caso Tamaulipeco. Se concluye que, si bien a nivel agregado la desigualdad en el logro educativo de Tamaulipas es muy alto, esto es todavía más alto a nivel desagregado. Los problemas no son solo por falta de cobertura, sino que también hay una polarización de la educación al interior de los municipios.

Palabras clave: Medición de la desigualdad; Desigualdad en la educación; Comparación Intrarregional

Código JEL: I24; I25; R11

Abstract: One of the Sustainable Development Goals by the United Nations is to guarantee an egalitarian access to education. To assess improvements in this matter, some aggregated measures are commonly used, which neglect important aspects such as the intraregional structure of the inequality, the polarization of the statistical distribution, and improvements in intermediate levels of education. The present chapter proposes a new methodology of normative evaluation that avoids said problems, presenting a more complete ranking of inequality in the case of Tamaulipas. The conclusion is that, while inequality is high at the aggregate level in the state of Tamaulipas, this is even worse at the municipal level. These problems are not only due to lack of coverage, but also due to polarization of education within the municipalities.

Keywords: Inequality measurement; Inequality in education; Intraregional comparison

JEL codes: I24; I25; R11

INTRODUCCIÓN

Uno de los objetivos del desarrollo del milenio propuesto por la ONU es “Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad, y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos” (ONU, 2021). Esto incluye que todos los niños hayan concluido su educación primaria para 2030. Bajo la premisa de que solo lo que se mide se puede mejorar, existen instituciones dedicadas a la medición del logro de dicho objetivo, tal como el Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación en México que publica indicadores del Sistema Educativo Nacional. Sin embargo, estas mediciones tienden hacia la simplificación e ignoran factores como la estructura espacial de la desigualdad, o bien se enfocan solamente en un logro educativo o un indicador para rankear a los estados o municipios. Este enfoque no consigue capturar todo lo que ocurre al interior de una distribución estadística, con lo que se ocultan áreas de oportunidad de mejora. Para lograr el objetivo de la ONU, es necesario encontrar no solo el desempeño y la calidad educativa, sino también la inclusividad y equidad del logro educativo.

En el Panorama Educativo (INEE, 2019), se analizan indicadores como porcentajes de alumnos de cierta edad inscritos en escuelas, tasas de asistencia, población analfabeta, escolaridad media, gasto en educación, porcentaje de población con primaria, y similares. Estos indicadores, además, se analizan a niveles agregados, como entidad federativa o a nivel nacional. De manera similar, en la academia se han utilizado indicadores binarios para evaluar el desempeño y la desigualdad en la educación. Por ejemplo, Ronconi (2017) utiliza la cobertura educativa para medir la desigualdad con una perspectiva de derechos humanos, medida que ha sido usada en varias ocasiones (Rodríguez, 2018). Por su parte, Tapia y Valenti (2016) utilizan el coeficiente de Gini del ingreso para correlacionarlos con la calidad educativa. Estos estudios, tratan de resumir varios niveles de información, con el fin de hacer comparaciones del grado de desigualdad educativa.

Medir la desigualdad en el acceso a la educación con variables binarias, es muy común, pero no ofrece una visión completa de la situación de la

educación en una región. Por ejemplo, no muestra al interior de una entidad federativa la estructura espacial de esta desigualdad. Además, medidas como la escolaridad media esconden lo que ocurre al interior de la distribución estadística. Por ejemplo, un municipio podría tener la misma escolaridad media si la mitad de su población no tiene estudios, y la otra mitad tiene estudios universitarios, o si toda su población tuviera solamente secundaria terminada. Queda claro que el primer caso es una distribución totalmente polarizada, mientras que el segundo caso es totalmente igualitario, y sin embargo estarían igualmente evaluados. Por ello, se requiere una visión que considere simultáneamente lo que ocurre con cada nivel educativo.

Ante estos, problemas es mejor hacer una evaluación normativa, puesto que permiten hacer comparaciones del nivel de bienestar, y no mediciones como años de escolaridad. Hacer una evaluación normativa consiste, en esencia, en clasificar al menos dos situaciones diferentes y determinar cuál de ellas es mejor según cierto criterio predeterminado. Las situaciones que se comparan pueden ser, como es el caso del presente trabajo, diferentes niveles de desigualdad en el nivel educativo de una población. Para esto, el desafío radica en encontrar un criterio de clasificación que sea a la vez útil, y que tenga algún nivel de consenso entre analistas, de manera que no sea disputado fácilmente por otro criterio. Consideremos el ejemplo de una población que podamos clasificar en tres niveles: quienes no terminaron la primaria, quienes terminaron primaria, pero no terminaron secundaria, y quienes hayan terminado primaria y secundaria. En tal caso, podríamos fácilmente clasificar los dos extremos: es mejor que todos terminen primaria y secundaria a que nadie haya terminado primaria. Sin embargo, los casos intermedios no son necesariamente igual de claros. Por ejemplo, en un primer escenario, un tercio de la población está sin educación, un tercio terminó la primaria y solo un tercio terminó la secundaria. En el segundo escenario, la mitad está sin educación, y la mitad terminó secundaria. Para determinar cuál de los dos escenarios es mejor, se debe predeterminar un criterio.

Históricamente, los economistas han usado dos grandes familias de criterios para hacer evaluaciones normativas: las utilitaristas y las welfaristas

(Gravel y Moyes, 2013). Las evaluaciones utilitaristas, consideran que es mejor una sociedad en donde la suma total de las utilidades individuales es mayor. Dicho de otra manera, buscan maximizar la felicidad neta de una sociedad. Ante este enfoque, y siguiendo el mismo ejemplo anterior, si los estudiantes obtienen mayor utilidad por terminar la secundaria, se evaluará como mejor aquella sociedad en donde más personas terminen la secundaria. Por otra parte, los welfaristas utilizan criterios que no necesariamente están ligados con la utilidad. Uno de los casos más emblemáticos, es la teoría de la justicia de John Rawls (1999), quien proponía que era justificable una gran pérdida en la felicidad neta de la sociedad, si con ello se conseguía una sociedad más justa. Así, aun cuando los individuos maximicen su utilidad terminando la secundaria, se podría detener este logro en tanto no se resuelva la situación de quienes no tienen ningún estudio porque se considera injusto.

El enfoque welfarista se está poniendo en tendencia porque da una especial preferencia a los segmentos de la sociedad que están en la peor situación, aunque Gravel y Moyes (2013) demostraron que es posible conciliar el criterio utilitarista y el welfarista si se usa el criterio de unanimidad.

Hacer evaluaciones normativas con variables de tipo ordinal no era posible hasta hace poco (Gravel, et al., 2020). Las dificultades para hacerlo son de corte matemático, ya que hay que considerar que las variables ordinales son muy diferentes en su naturaleza con variables continuas como el ingreso. Cuando la variable escolaridad se mide en categorías, tales como sin primaria, primaria terminada, secundaria terminada, bachillerato terminado, y estudios universitarios, no tiene sentido hacer una conversión de esta variable a una cardinal. Entonces, hay que definir qué transformaciones elementales se deben considerar como mejoras.

Cabe destacar, que el objetivo del presente estudio no es descubrir las mecánicas por medio de las cuales un determinado municipio obtiene nivel determinado de desigualdad, sino evaluar normativamente la situación de los municipios dentro de una entidad federativa considerando los niveles de desigualdad en el logro educativo de su población adulta. Para este estudio de

caso, se seleccionó el estado de Tamaulipas, en donde el logro educativo entre su población adulta es muy desigual.

El presente capítulo se estructura de la siguiente manera. Primero, se presenta el marco conceptual utilizado para el análisis, luego se introducen en la metodología tres criterios de implementación para comparar municipios en términos de logro educativo. Después, se presentan y discuten los resultados, y al final estarán las conclusiones.

1. MARCO CONCEPTUAL

Siguiendo a Gravel, Magdalou y Moyes (2020), sea $\mathcal{C} = \{1, \dots, k\}$ un conjunto de categorías con $k \geq 3$, y $s = (s_1, \dots, s_n) \in \mathcal{C}^n$ una sociedad con una distribución particular de asignaciones en estas categorías, donde n es el número de individuos en la sociedad s , y s_i la categoría asignada al individuo i en la sociedad s . También sea $n_j^s = \{i \in \{1, \dots, n\} : s_i = j\}$ el número de individuos de la sociedad s en la categoría j . Para el presente estudio, las categorías de $\mathcal{C}$ son los grados de escolaridad alcanzados, y n_j^s es el número de personas con grado de escolaridad j , en el municipio s . Para dos sociedades s y s' en $\mathcal{C}^n$, se dice que s domina normativamente a s' , para una familia de evaluaciones $A \subset R^k$ con k categorías, cuando se tiene que:

$$\sum_{j=1}^k n_j^s \alpha \geq \sum_{j=1}^k n_j^{s'} \alpha \quad (1)$$

Para todo $(\alpha_1, \dots, \alpha_k) \in A$ tal que $\alpha_1 \leq \dots \leq \alpha_k$. Nótese que A es una lista de números reales creciente. Esto obliga a que las categorías que se están tomando en cuenta, estén ordenadas de la peor a la mejor según el criterio elegido. Por ejemplo, si se toma un enfoque utilitarista, la primer α es la utilidad de un individuo por no tener educación, la segunda es la utilidad de tener primaria terminada, y así sucesivamente. En un enfoque no welfarista, sería similar, pero en vez de utilidad, α_i sería la evaluación normativa que

asigna un planeador social al nivel de educación i . En ambos casos, está claro que cada vez que un individuo adquiere un mayor nivel educativo (expresado como pasar de una categoría menor a una mayor), se considera como una mejora individual. Además, siempre que ocurra esto, la suma de utilidades / evaluaciones normativas se incrementa, por lo que también se considera una mejora social.

Para el resto del estudio, será necesario comprender tres transformaciones elementales de la distribución estadística que pueden ocurrir en una variable ordinal: incrementos, decrementos y transferencias progresivas.

Definición 1. Incremento. *Se dice que una sociedad s fue obtenida de una sociedad s' por medio de un incremento, si existe una $j \in \{1, \dots, k\}$ tal que:*

$$n_j^s = n_j^{s'} - 1, n_{j+1}^s = n_{j+1}^{s'} + 1, n_h^s = n_h^{s'} \forall h \neq j, j+1$$

En palabras, el número de individuos en la categoría j disminuyó en uno, mientras que el número de personas en la categoría $j+1$ aumentó en uno, y todas las demás categorías permanecen iguales. Un ejemplo sería si una persona termina la secundaria, pues al hacerlo deja de estar en la categoría de quienes solo terminaron primaria (categoría j pierde un individuo) e ingresa en la categoría de personas que terminaron secundaria (categoría $j+1$ gana un individuo). Habiendo explicado este ejemplo meramente ilustrativo, cabe resaltar que la presente metodología es anónima, en el sentido de que no se identifica a los individuos, sino el número de individuos en cada categoría. Por ello, un incremento también podría darse cuando un individuo con solo primaria emigra de la sociedad en cuestión, en el mismo periodo que un individuo con secundaria migra de otra parte hacia esta sociedad. De igual manera, se podría estar hablando de dos municipios diferentes que, en el mismo periodo de tiempo, muestran distribuciones similares, con la diferencia de que una sociedad tiene un individuo menos en j y uno más en $j+1$ que la otra sociedad. En todo caso, la suma de utilidades / evaluaciones normativas

de la Fórmula 1 es mayor con un incremento, por lo que se considera una mejora social.

Definición 2. Decremento. *Se dice que la sociedad s fue obtenida de la sociedad s' por medio de un decremento, si y solo si la sociedad s' fue obtenida de la sociedad s por medio de un incremento en el mismo sentido que la Definición 1.*

Un decremento representaría el (imposible) caso de una persona que pierde su grado de secundaria. Sin embargo, por el principio de anonimidad referido anteriormente, es más probable que un decremento ocurra mediante migración: si un individuo con secundaria emigra a otra sociedad, en el mismo periodo que migra una persona con primaria a la sociedad en cuestión, se habrá dado un decremento. Similarmente, se podría estar hablando de dos municipios diferentes con distribuciones similares, y la única diferencia de que uno de ellos tiene un individuo más en la categoría j y uno menos en la categoría $j + 1$ que el otro municipio. Aquí cabe recordar que queda fuera del alcance de este estudio el descubrir las causas y mecanismos mediante los cuales se da la desigualdad en los niveles de escolaridad que alcanzan los municipios. Lo que es seguro, es que un decremento representa un empeoramiento social según la Fórmula 1.

Definición 3. Transferencia progresiva. *Se dice que la sociedad s fue obtenida de la sociedad s' por medio de una transferencia progresiva, si existen cuatro categorías $1 \leq g < i \leq j < l \leq k$ tal que:*

$$\begin{aligned} n_g^s &= n_g^{s'} - 1; n_i^s = n_i^{s'} + 1 \\ n_j^s &= n_j^{s'} + 1; n_l^s = n_l^{s'} - 1 \\ n_h^s &= n_h^{s'} \forall h \neq g, i, j, l \end{aligned}$$

Puesto en palabras, una transferencia progresiva ocurre cuando se dan simultáneamente un incremento y un decremento, siempre que el incremento se de en categorías peores que las del decremento. La intuición detrás de la transferencia progresiva, es “quitarle al rico y darle al pobre” (de ahí su

nombre de transferencia). En este caso, una transferencia progresiva tomada literalmente sería quitarle su título de licenciatura a un individuo, para darle el título de secundaria a alguien que solo terminó primaria. Se da una transferencia progresiva porque la categoría licenciatura pierde un individuo que gana la categoría preparatoria terminada, al mismo tiempo que la categoría primaria terminada pierde un individuo que gana la categoría secundaria terminada. Sin embargo, queda claro que este ejemplo en la práctica es tanto imposible como indeseable. Un ejemplo más realista sería el de individuos con licenciatura que emigran de un pueblo que recientemente construyó una secundaria de la que acaba de egresar su primera generación. Si bien hay una pérdida (decremento) en las mejores categorías, también hay un incremento en las peores categorías. Lo que determina si este conjunto de movimientos termina siendo una mejora social, es que al final la suma de utilidades / evaluaciones normativas de la Fórmula 1 sea mayor.

Otra justificación para ver una transferencia progresiva como una mejora social es cuando se consideran dos municipios diferentes en el mismo periodo, y se quiere ver cuál de ellos está mejor desde el punto de vista de la evaluación normativa. A manera de ejemplo, tomemos un municipio en el que no tienen tantos individuos con licenciatura, pero al menos consiguieron que la mayoría tenga secundaria terminada. En el otro municipio tienen más egresados de las universidades, pero hay un gran segmento de la población que sigue teniendo solo primaria terminada. El primer municipio es más igualitario, mientras que el segundo es más eficiente. Cuál de las dos sociedades se considere mejor dependerá de la suma de utilidades / evaluaciones normativas de la Fórmula 1. Si la pérdida de los que tienen licenciatura se ve compensada por la ganancia de quienes tienen secundaria, entonces se considera mejor al municipio igualitario. Si, por el contrario, los incrementos en la parte inferior de la distribución no compensan los decrementos de la parte superior, se considera mejor al municipio eficiente.

Entonces, queda claro que evaluar normativamente el nivel educativo de los adultos de un municipio considerando como mejoras sociales únicamente los incrementos definidos anteriormente, ignora la posibilidad de que uno o

varios decrementos en la parte superior de la distribución sean compensados por uno o varios incrementos en la parte inferior de la distribución.

2. METODOLOGÍA

Recientemente, Gravel et al. (2020) desarrollaron tres criterios que pueden ser implementados empíricamente para clasificar sociedades según las tres transformaciones elementales descritas anteriormente. Esta metodología, además, no requiere que se imponga un valor específico a las utilidades / evaluaciones normativas, sino que es considerado robusto porque el orden en que clasifica a las sociedades permanece para una clase muy amplia de utilidades / evaluaciones normativas. Además, esta metodología funciona para variables de tipo ordinal. Es decir, variables que miden categorías en vez de cantidades, y que siguen un orden preestablecido como es el caso de la educación. En esta sección se presentan los tres criterios y se describe la estrategia para implementarlos con los municipios de Tamaulipas.

2.1 DOMINANCIA DE PRIMER ORDEN

Defínase la función de distribución acumulada (CDF) para una sociedad s , para todo $i \in C$ como $F(i; s)$ con $i = 1, \dots, k$ como:

$$F(i; s) = \sum_{h=1}^i \frac{n_h^s}{n}$$

Entonces, se dice que la sociedad s domina en primer orden a la sociedad s' , si y solo si $F(i; s) \leq F(i; s') \forall i = 1, \dots, k$. Gravel, et al. (2020) demuestran que:

Teorema 1. *Para dos sociedades s y s' , los siguientes tres enunciados son equivalentes:*

- (a) s se obtiene de s' por medio de una secuencia no infinita de incrementos
- (b) La desigualdad de la Fórmula 1 permanece para todo $(\alpha_1, \dots, \alpha_k) \in A_F$,

$$(c) F(i; s) \leq F(i; s'), \forall i = 1, \dots, k$$

$$\text{Donde } A_F = \{(\alpha_1, \dots, \alpha_k) \in R^k \mid \alpha_1 \leq \dots \leq \alpha_k\}$$

Esto quiere decir que, si la curva de la CDF del municipio s está siempre por debajo al del municipio s' , y las categorías están ordenadas de la peor a la mejor, la suma de utilidades / evaluaciones normativas será mayor en s , sin importar qué vector de α se elija. En otras palabras, hay unanimidad de que la situación de s es mejor, precisamente porque para que s' iguale su condición con la de s , deberá hacerlo únicamente mediante incrementos –recordando que en el caso de la educación, un incremento es añadir grados de escolaridad a su población. Cuando esto ocurre se dice que s domina en primer orden a s' .

Por otra parte, si las curvas CDF se cruzan, es decir no está una siempre por debajo de la otra, no existe dominancia de primer orden. Esto quiere decir que no existe unanimidad en cuál de las dos situaciones es mejor, y deberán de considerarse otros criterios de evaluación. Las curvas CDF de dos sociedades se cruzan cuando cada una ha tenido un mejor resultado en un segmento particular de la distribución. Por ejemplo, si un municipio donde todos los habitantes tienen primaria terminada, pero que la mayoría no ha terminado la secundaria se compara con otro donde la mayoría terminó la secundaria, pero sigue teniendo una parte de la población sin terminar la primaria, notaríamos que se cruzan las curvas CDF. La aversión a la desigualdad es lo que determina cuál de las dos sociedades se prefiere.

2.2 LA CURVA H Y LA AVERSIÓN A LA DESIGUALDAD

Para la segunda noción de dominancia a utilizar, se requiere la siguiente curva H , definida para cualquier sociedad s y cualquier $i \in \{1, \dots, k\}$ como:

$$H(i; s) = \sum_{h=1}^i (2^{i-h}) \frac{n_h^s}{n}$$

La curva H es una suma ponderada de las fracciones de la población en s que están en una categoría determinada y las categorías peores que ella, con un ponderador 2^{i-h} . Esto da lugar a la noción de la dominancia H de la

siguiente manera: se dice que la sociedad s domina en H a la sociedad s' si y solo si $H(i; s) \leq H(i; s'), \forall i = 1, 2, \dots, k$. En otras palabras, una sociedad domina en H a otra, si su curva H está siempre por debajo de la de la otra sociedad. Gravel, et al. (2020) demuestran que:

Teorema 2. *Para dos sociedades s y s' , los siguientes tres enunciados son equivalentes:*

- (a) *s se puede obtener de s' mediante una secuencia no infinita de transferencias progresivas y/o incrementos*
- (b) *La desigualdad de la Fórmula 1 permanece para todo $(\alpha_1, \dots, \alpha_k) \in A_H$,*
- (c) *$H(i; s) \leq H(i; s'), \forall i = 1, 2, \dots, k - 1$*

Donde $H = \{(\alpha_1, \dots, \alpha_k) \in R^k \mid (\alpha_i - \alpha_g) \geq (\alpha_l - \alpha_j) \text{ para } 1 \leq g < i \leq j < l \leq k\}$ y $A_H = H \cap A_F$

A grandes rasgos, este teorema demuestra que, si una curva H está siempre por debajo de otra, entonces se considerará mejor a la primera, porque para que la segunda iguale su situación con la primera deberá hacerlo mediante incrementos y/o transferencias progresivas. Nótese que este criterio es más específico que el de dominancia de primer orden. En la dominancia de primer orden, solo se considera mejor a una sociedad cuando hace incrementos. En esta, también se permite que la sociedad haga transferencias progresivas. Como ya se dijo, esto implica que se puede considerar una mejora cuando hay decrementos en la parte superior de la distribución, siempre y cuando se vea compensado con incrementos en la parte inferior.

Para aceptar como éticamente válido este criterio, es necesario tener una cierta actitud de aversión a la desigualdad, y asignar una mucho mayor ponderación a las personas en las peores situaciones. Una transferencia progresiva se ve como buena porque mejora la situación de los individuos en las peores situaciones. En el caso de la educación, esto sería dar la educación más básica (primaria) a quienes carecen completamente de educación, aun cuando se descuide a quienes podrían estar recibiendo los más altos niveles de educación. La dominancia H no implica que solo haya habido transferencias

progresivas, sino que también puede haber incrementos. Esto quiere decir que cuando un municipio domina en primer orden a otro, también lo dominará en H necesariamente.

2.2 LA CURVA $\bar{H}$ Y LA DOMINANCIA HAMMOND

Para el tercer criterio de implementación, también hay que definir una tercera curva, llamada curva $\bar{H}$ por ser dual a la curva H , de la siguiente manera:

$$\bar{H}(i; s) = \sum_{h=i+1}^k (2^{h-i-1}) \frac{n_h^s}{n}, \forall i = \{1, \dots, k-1\} \bar{H}(k; s) = 0$$

Al igual que en las dos curvas anteriores, Gravel et al. (2020) demuestran que:

Teorema 3. *Para dos sociedades s y s' , los siguientes tres enunciados son equivalentes:*

- (d) s se puede obtener de s' mediante una secuencia no infinita de transferencias progresivas
- (e) La desigualdad de la Fórmula 1 permanece para todo $(\alpha_1, \dots, \alpha_k) \in H$,
- (f) $H(i; s) \leq H(i; s'), \bar{H}(i; s) \leq \bar{H}(i; s') \forall i = 1, 2, \dots, k-1$

Entonces, cuando un municipio tiene tanto su curva H como su curva $\bar{H}$ siempre por debajo de las de otro municipio, se dice que la primera domina en el sentido Hammond a la otra. Este sentido de dominancia requiere una muy fuerte aversión contra la desigualdad, ya que tomada literalmente solo considera como mejora social la transferencia progresiva, que involucra decrementos en las partes superiores de la distribución. El presente trabajo no pretende abogar por una evaluación tan igualitaria, puesto que es muy difícil justificar como único medio de mejora social el restarle a un grupo de la población de su bienestar. Sin embargo, los resultados son aún interesantes puesto que pueden mostrar la fuerte aversión a la desigualdad de los municipios.

A manera de resumen, existen tres tipos de dominancia que se pueden observar al comparar sociedades mediante una variable de tipo ordinal. La dominancia de primer orden, en la cual se consideran mejoras sociales, como se define en la fórmula 1, solamente los incrementos. La dominancia en H , que considera como mejoras sociales tanto los incrementos como las transferencias progresivas. La dominancia de primer orden implica la dominancia en H necesariamente. Y, finalmente, la dominancia Hammond, en la cual solo se consideran mejoras sociales las transferencias progresivas.

Cabe destacar que en los tres casos las dominancias son transitivas. De manera que si el municipio a , domina al municipio b , y el municipio b domina al municipio c , entonces necesariamente el municipio a domina al municipio c en el mismo tipo de dominancia.

3. RESULTADOS

3.1 DESCRIPCIÓN DE LA BASE DE DATOS

La fuente de datos utilizada fue el Cuestionario Básico del Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI (2020). La consulta consiste en la población nacida dentro del estado de Tamaulipas de 12 años y más según nivel de escolaridad. Con estos datos, se excluyó a los menores de 19 años y a los mayores de 60 años. Es decir, se trabaja con los datos de los adultos de entre 20 y 59 años de edad, y se clasificaron en grupos de edad de 20 a 29 años, 30 a 39 años, 40 a 49 años y 50 a 59 años. Estas agrupaciones se hacen para comparar, dentro del mismo municipio, la igualdad en los resultados educativos obtenidos por cada cohorte. Por ejemplo, al comparar dentro de un municipio al grupo de edad de 20 a 29 años con el de 30 a 39 años, se podría ver cuál grupo obtuvo un mejor resultado en cuanto a logro educativo.

Similarmente, el nivel de escolaridad se agrupó en 5 niveles. El primero de ellos, llamado "Sin primaria", incluye a quienes reportaron no tener escolaridad, quienes solo hicieron preescolar, o quienes llegaron hasta quinto de primaria o menos. El siguiente grupo, llamado "Primaria", incluye a quienes

terminaron el sexto grado de primaria, quienes terminaron solo primer y segundo año de secundaria, y quienes reportaron tener estudios técnicos o comerciales con primaria terminada. El tercer grupo, llamado "Secundaria" tiene a quienes terminaron el tercer año de secundaria, quienes hicieron estudios técnicos o comerciales con secundaria terminada, y quienes llegaron hasta el segundo año de preparatoria sin terminarla. En el grupo "Bachillerato", están quienes reportaron tener dos años o más de bachillerato, bachillerato tecnológico, y estudios técnicos o comerciales con bachillerato terminado. Finalmente, se agrupan en "Licenciatura" a quienes hayan concluido los grados de licenciatura, especialidad, maestría o doctorado, incluyendo a los egresados de las normales de licenciatura.

La tabla 1 muestra la distribución de los niveles educativos en la población de interés. Como se puede observar, hay un porcentaje importante de personas (28%) que han conseguido un título universitario. Sin embargo, también hay más de 72 mil personas (5%) en edad adulta que no consiguieron terminar la primaria, y 172 mil (13%) que solo terminaron la primaria. El énfasis del presente artículo y de la metodología empleada, es que estos porcentajes no se pueden interpretar de manera aislada uno por uno, sino que forman parte de una misma distribución. Con la metodología empleada, las mejoras en todos los niveles educativos cuentan, pero cuentan más las mejoras en la parte inferior de la distribución.

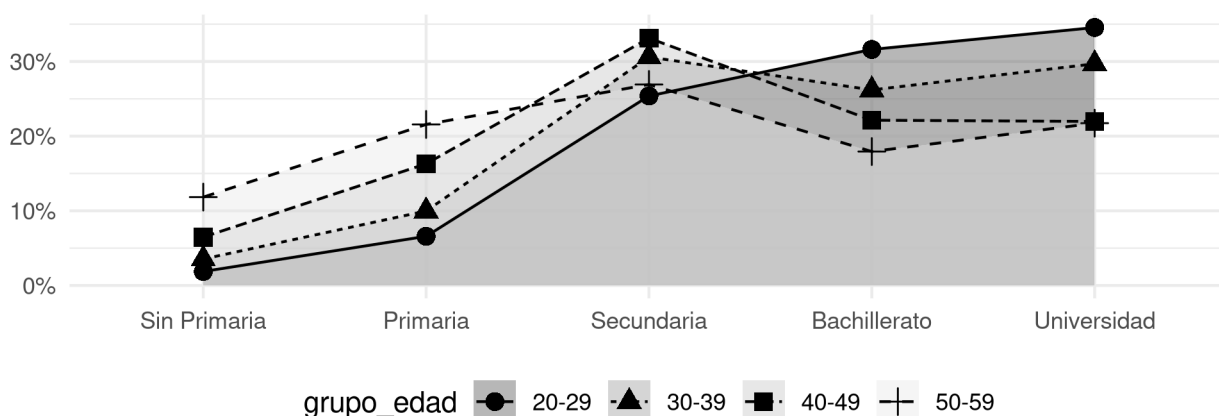
Tabla 1. Distribución estadística de los niveles de educación en la población adulta de Tamaulipas

Escolaridad	Población	Porcentaje
Sin Primaria	72,059	5.25
Primaria	172,275	12.56
Secundaria	396,098	28.87
Bachillerato	348,622	25.41
Universidad	383,009	27.91
Total	1,372,063	100

Fuente: Elaboración propia con datos de Censos de Población y Vivienda 2020

La Figura 1 muestra cómo esta distribución es muy diferente entre grupos de edades. El grupo de 50 a 59 años tiene un muy alto porcentaje de población sin primaria terminada, y tiene su pico en secundaria terminada, con una caída en bachillerato y un ligero repunte en universidad. En el grupo de 40 a 49 años los porcentajes de sin primaria y primaria son menores que el primer grupo, y el pico de secundaria es más marcado con una caída en bachillerato. Sin embargo, el porcentaje de universitarios en este grupo es prácticamente el mismo que el del primer grupo. Esto parece sugerir que en este periodo de tiempo se hizo un esfuerzo mayor en dar educación básica que universitaria, lo que deberá notarse en una reducción de la desigualdad educativa.

Figura 1. Distribución del logro educativo de la población adulta del estado de Tamaulipas estratificado por grupo de edad.

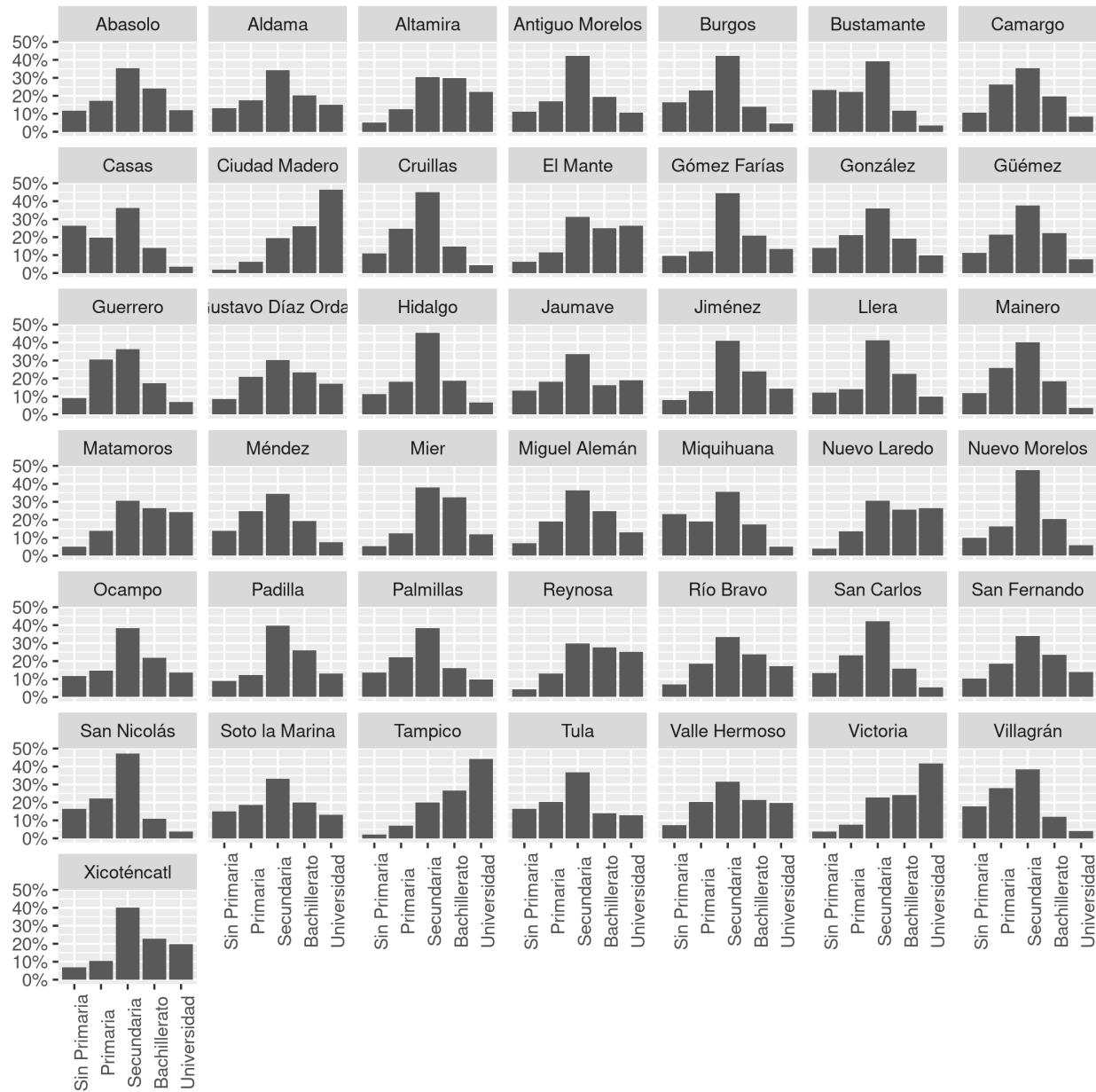


Fuente: Elaboración propia con datos de Censos de Población y Vivienda 2020

En el grupo de 30 a 39 años, las primeras dos categorías tienen una participación todavía menor, y el pico sigue estando en secundaria. Pero en este grupo hay un importante incremento en bachillerato y universidad, lo que sugiere que hubieron mejoras en todos los niveles educativos. Por último, el grupo de 20 a 29 años, tiene una clara mejora en las partes superiores de la distribución. De hecho, el pico para este grupo está en grado universitario, seguido de bachillerato y secundaria en tercer lugar. Si bien hubo una mejoría

en las dos categorías inferiores, la diferencia no es tan marcada, lo que sugiere que el esfuerzo ha estado concentrado en proveer de niveles superiores de educación, aun cuando no se ha resuelto la falta de educación en un segmento de la población.

Figura 2. Distribución del logro educativo de la población adulta de los 48 municipios de Tamaulipas.



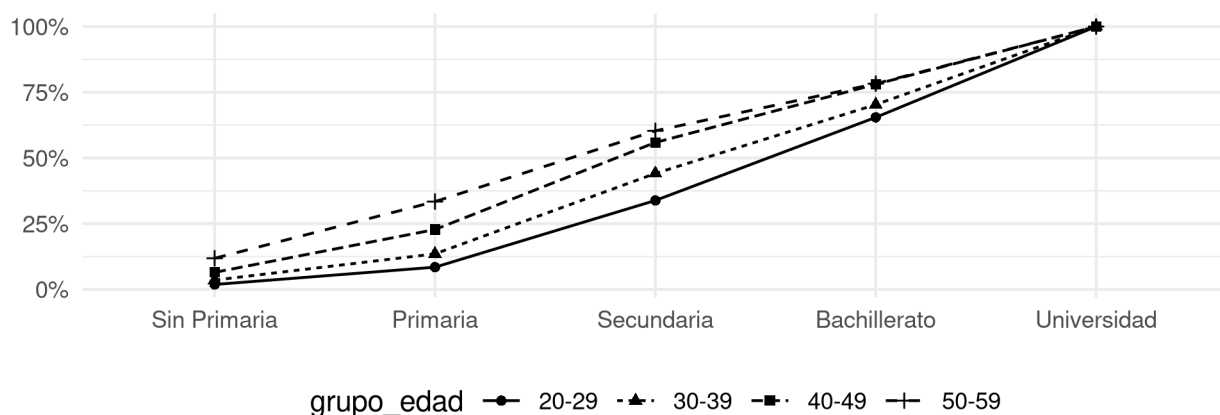
Fuente: Elaboración propia con datos de Censos de Población y Vivienda 2020

La Figura 2 muestra la gran diferencia en el porcentaje de personas que no tienen primaria terminada en cada municipio. El municipio mejor posicionado, Ciudad Madero, tiene menos del 2% de población adulta sin estudios primarios, mientras que Casas tiene 1 de cada 4 (26%) adultos sin educación primaria. Asimismo, es muy notorio que, en casi todos los municipios, el pico sigue estando en secundaria terminada, excepto en Ciudad Madero, Tampico y Victoria, en donde la moda es universidad con 47%, 44% y 42% respectivamente. No queda duda que la distribución de los niveles educativos entre municipios es bastante heterogénea.

3.2 LOS GRUPOS DE EDADES EN EL ESTADO DE TAMAULIPAS

La Figura 3 muestra las curvas CDF de los cuatro grupos de edad para todo el estado de Tamaulipas. Como ya se explicó, si una curva CDF está siempre debajo de otra, entonces hay unanimidad de considerar la de abajo como mejor que la otra. En este caso, es claro que cada grupo de edad menor domina en primer orden a su grupo antecesor y, por lo tanto, a los demás grupos. Es decir, para que el grupo de 50 a 59 años iguale al grupo de 40 a 49 años, tendría que hacer una secuencia no infinita de incrementos o, dicho de otra forma, tendría que aumentar el grado escolar de algunos de sus miembros, sin afectar el de otros. Por la propiedad de transitividad, se puede decir lo mismo con el grupo de 30 a 39 años y el grupo de 20 a 29 años. Esto parece sugerir que la educación en el estado de Tamaulipas ha ido mejorando con el tiempo monotónicamente. Debido a que hay dominancia de primer orden, no es necesario recurrir a las demás curvas para hacer un ranking de grupos de edad en el estado de Tamaulipas.

Figura 3. Curvas CDF del logro educativo de la población adulta de Tamaulipas por grupos de edad.



Fuente: Elaboración propia con datos de Censos de Población y Vivienda 2020

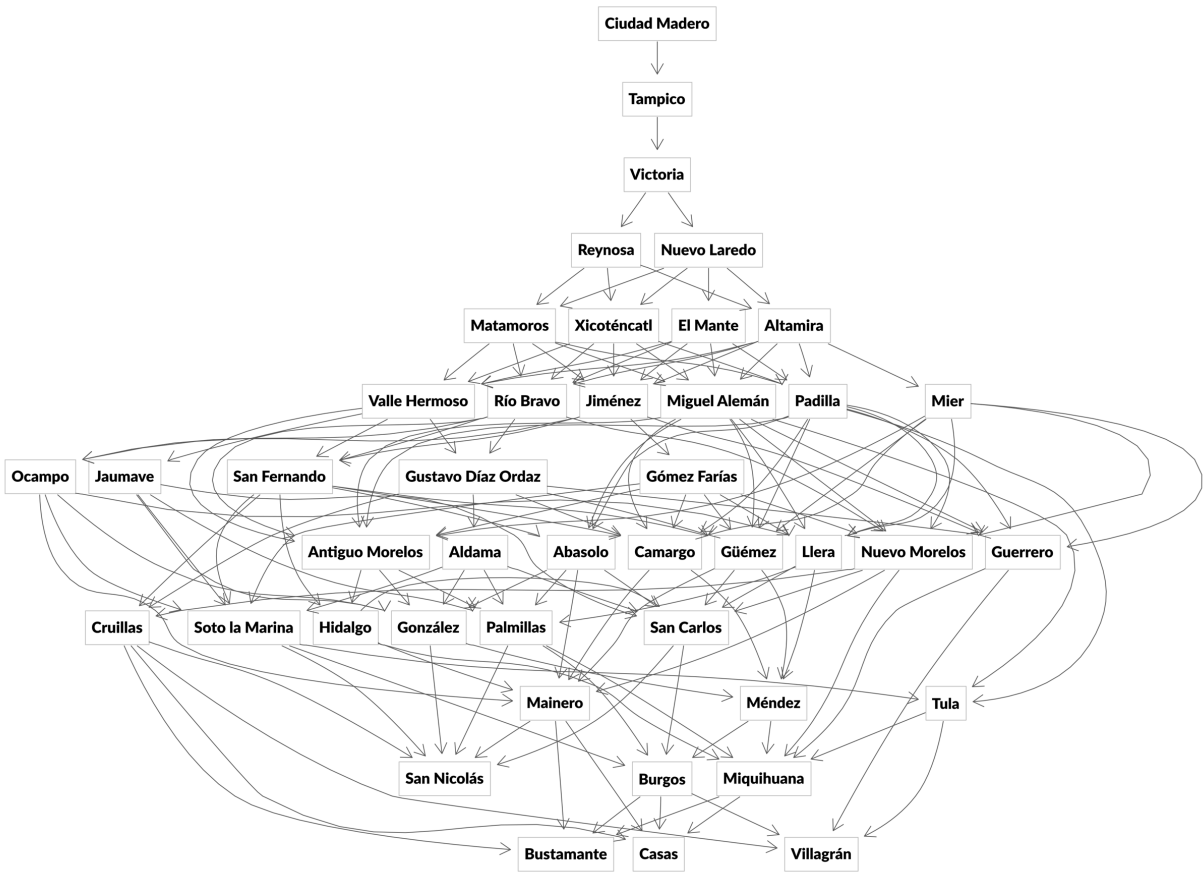
3.3 COMPARACIÓN ENTRE MUNICIPIOS

Los resultados a nivel estatal, muestran que el logro educativo de su población adulta es mejor conforme se es más joven, lo que quiere decir que con el tiempo se ha mejorado el sistema educativo Tamaulipeco mediante incrementos. Sin embargo, como ya se dijo anteriormente, la variable logro educativo es más compleja porque involucra factores como la migración. Si bien en el estado, a nivel agregado, tiene un mejor desempeño en logro educativo con el paso del tiempo, a nivel municipal se espera notar la fuga de cerebros y la aglomeración de la población sin educación.

El diagrama de la Figura 4 (llamado diagrama de Hasse) presenta las relaciones de dominancia de primer grado de los 48 municipios de Tamaulipas. Que un municipio domine en primer grado a otro es representado con una flecha saliendo del municipio dominante hacia el municipio dominado. Como ya se dijo, esta relación es transitiva y por lo tanto estar arriba en el diagrama implica que se domina a más municipios. Como se puede observar, el municipio Ciudad Madero es el mejor posicionado de todos, ya que para que Tampico iguale su situación con Ciudad Madero, es necesario hacerlo mediante una serie no infinita de incrementos, e igualmente todos los demás municipios, ya que la dominancia de primer orden es transitiva. El caso de los

municipios que no tienen flechas apuntando entre sí, como Reynosa y Nuevo Laredo, implica que las curvas se chocan entre sí, y ningún municipio domina al otro. En otras palabras, no hay unanimidad de criterio en cuál de estos dos municipios está mejor, y se requiere otro criterio para rankearlos.

Figura 4. Diagrama de Hasse de las relaciones de dominancia de primer grado entre los municipios de Tamaulipas.



Fuente: Elaboración propia.

Otro punto a destacar de la Figura 4, es que los municipios San Nicolás, Bustamante, Casas y Villagrán no dominan a ningún otro municipio, por lo que se consideran los peor evaluados por este criterio. Entre estos últimos municipios, no existen relaciones de dominancia, por lo que no se puede decir cuál de ellos es mejor. Otro punto a destacar, es que muchos de los municipios no pueden ser comparados entre sí, porque el criterio de dominancia de

primer orden se restringe a comparar sociedades en términos de incrementos, sin consideración de reducciones de desigualdad.

Figura 5. Diagrama de Hasse con las relaciones de dominancia H entre los municipios de Tamaulipas.



Fuente: Elaboración propia

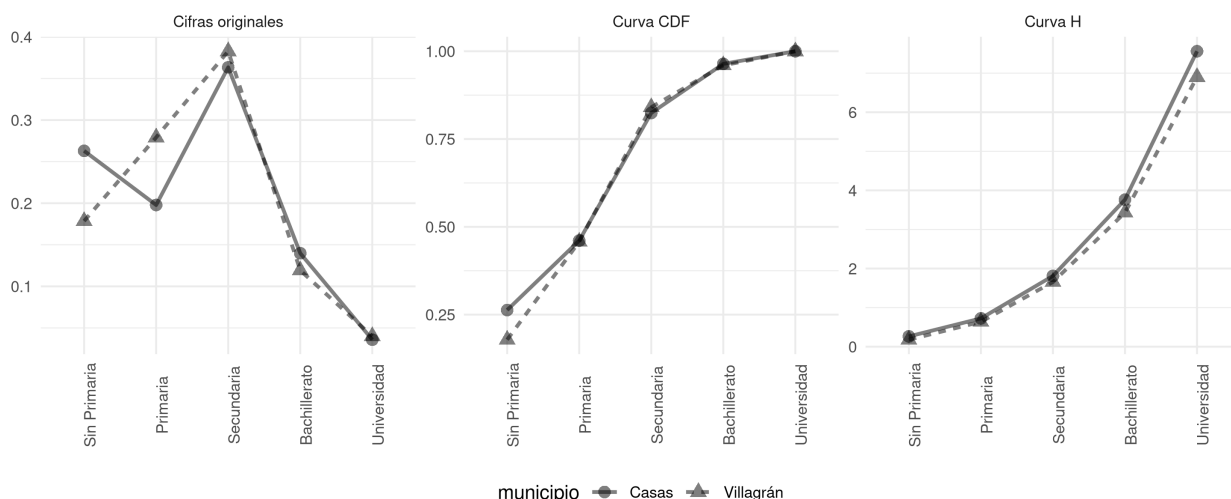
El ranking por dominancia en H, que muestra la Figura 5, es más completo que el anterior, porque además de incrementos, este criterio permite mejoras mediante la reducción en la desigualdad, lo que lo hace menos restrictivo y más sensible que la dominancia de primer orden. Por ejemplo, en el ranking de la Figura 4, Nuevo Laredo y Reynosa no son comparables en términos exclusivamente de incrementos, pero en la Figura 5, Nuevo Laredo domina a Reynosa. Esto significa que el logro educativo de la población adulta de Nuevo Laredo no es más eficiente que el de Reynosa, pero sí es más igualitario. Del mismo modo, en el fondo de la distribución se puede observar que San Nicolás, domina a Villagrán, que a su vez domina a Bustamante, que además domina a Casas.

El criterio de la dominancia de primer orden considera que cada categoría es mejor que las anteriores, pero sin decir cuánto más importante. El criterio de la dominancia Hammond considera como más importantes los cambios en las peores categorías, por lo que penaliza y premia fuertemente lo que ocurre en la parte inferior de la distribución estadística. De ahí que haya más relaciones de dominancia que en el criterio de dominancia de primer orden.

Considérese el ejemplo ilustrativo de los municipios de Villagrán y Casas en la Figura 6. El panel izquierdo presenta el porcentaje de población dentro de cada una de las categorías, el panel central muestra las dos curvas CDF, y el panel derecho muestra las dos curvas H. Como se puede observar, en Casas hay una mayor proporción de personas que no terminaron la primaria que en Villagrán, en donde un mayor porcentaje de personas tiene primaria y secundaria. Sin embargo, en Casas hay más personas con bachillerato que en Villagrán, y suficientes individuos más como para que el acumulado de personas con bachillerato o menos sea mayor en Casas. Es por eso que las curvas CDF se cruzan, y ningún municipio domina al otro. Como ya se dijo, esto obedece a que la dominancia de primer orden pondera como igual de importantes las mejoras en todas las categorías. Al considerar las curvas H de estos dos municipios, la penalización que se va acumulando en Villagrán es

siempre menor que la acumulada en Casas para cada categoría, y por lo tanto Villagrán domina en H a Casas.

Figura 6. Comparativo de la situación entre Casas y Villagrán.

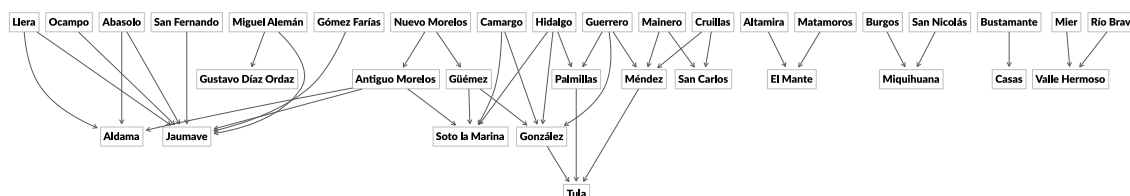


Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, el diagrama Hasse de la Figura 7 muestra las relaciones de dominancia Hammond, que por ser mucho más restrictiva limita significativamente el número de relaciones de dominancia existentes. Como ya se explicó, esta dominancia castiga la polarización de una distribución estadística. Si un municipio tiene un grupo relativamente grande de universitarios, y simultáneamente un grupo relativamente grande de personas sin primaria, se dice que este municipio está polarizado. Es interesante notar cómo en este caso, el municipio Bustamante domina a Casas, ya que ambos estaban al final del ranking por el criterio de dominancia de primer orden, y el municipio Casas estuvo al final del ranking por el criterio de dominancia H. Esto sugiere que el problema de Casas es no solamente la falta de primaria en una porción importante de su población, sino también polarización, pues además tiene un segmento (privilegiado) de altos grados educativos mayor comparado con Bustamante. Entonces, si se desea que Casas

iguale su distribución estadística a la de Bustamante, debería hacer una serie no infinita de transferencias progresivas.¹

Figura 7. Diagrama de Hasse mostrando las relaciones de dominancia entre los municipios de Tamaulipas. Se excluyen los municipios que no mostraron alguna relación de dominancia.

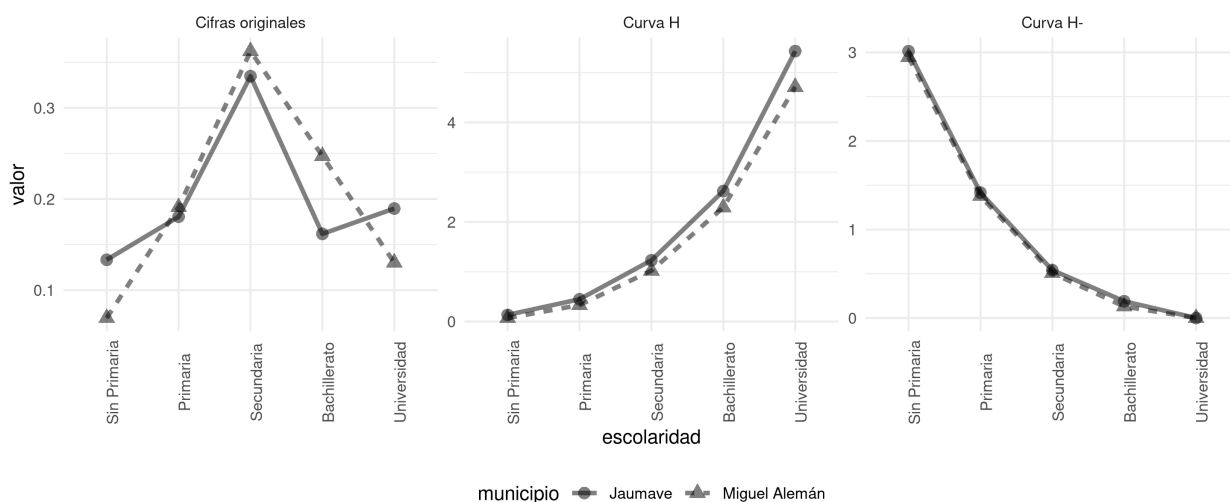


Fuente: Elaboración propia

La Figura 8 muestra el ejemplo ilustrativo de los municipios de Jaumave y Miguel Alemán. En el panel izquierdo se muestran los porcentajes de la población adulta dentro de cada categoría para ambos municipios, el panel central muestra las curvas H, y el panel derecho muestra las curvas H-. En este ejemplo, la polarización es muy clara, puesto que Jaumave tiene simultáneamente una mayor porción de adultos sin primaria y con universidad. Como ya se explicó, la curva H es la penalización acumulada de cada categoría por tener personas en esa situación o una peor. Análogamente, la curva H- es la penalización acumulada en cada categoría por tener personas mejor que en la categoría dada. Como la penalización acumulada de Miguel Alemán es siempre menor que la de Jaumave para todas las categorías en ambos casos, se dice que es una sociedad más igual en términos de logro educativo de su población adulta.

¹ El objetivo del presente estudio no es proponer que estas transferencias sean realmente hechas, sino identificar los municipios más polarizados estadísticamente.

Figura 8. Comparativo de la situación de Jaumave y Miguel Alemán.



Fuente: Elaboración propia.

Ahora, se reflexiona sobre las ventajas de la metodología presentada sobre sus alternativas. Como ya se dijo, la manera más común de evaluar el avance en el logro educativo es mediante el uso de porcentajes de cobertura: por ejemplo, porcentaje de personas sin primaria, porcentaje de personas con secundaria o porcentaje de personas con universidad. Usar porcentajes de cobertura tiene como primera desventaja que solo se puede hacer considerando un nivel a la vez. Por el contrario, las curvas CDF, H y Hammond consideran todos los niveles al mismo tiempo. Además, los porcentajes de cobertura pueden llevar a resultados contradictorios. Considérese de nuevo el ejemplo de la Figura 8; Jaumave está peor en cobertura de primaria que Miguel Alemán, puesto que su porcentaje de cobertura es menor, pero tiene mejor cobertura universitaria. De hecho, Jaumave es el décimo lugar estatal en cobertura universitaria, por lo que el porcentaje de cobertura universitaria concluye que el logro educativo en Jaumave es muy bueno. En cambio, al considerar todos los niveles simultáneamente con las curvas CDF, H, y Hammond, Jaumave no solo es menos igualitario que Miguel Alemán, sino que aparece en lugares relativamente bajos en los tres *ranking*.

CONCLUSIONES

La evaluación de la educación en México se ha hecho históricamente con medidas como tasas, porcentajes y años promedio, ya que la educación es una variable de naturaleza ordinal. Sin embargo, estas medidas ocultan aspectos importantes tales como la distribución espacial, la polarización y mejoras en niveles intermedios de la distribución estadística del logro educativo.

En este estudio, se utilizaron tres criterios de implementación para evaluar normativamente, y rankear el logro educativo de la población adulta de los municipios de Tamaulipas. Se logró presentar una mejor medición y comparación intrarregional de la desigualdad al interior del estado, de una manera que compara la polarización de la distribución estadística, junto con mejoras en todos los niveles educativos. El municipio que mejor desempeño tiene de acuerdo a su eficiencia e igualdad es Ciudad Madero, seguido de Tampico y de Ciudad Victoria en segundo y tercer lugar respectivamente. Reynosa y Nuevo Laredo son igual de eficientes en cuarto lugar, pero Nuevo Laredo es más igualitario. Todos estos municipios en la cima del ranking son altamente urbanizados. Cabe destacar que Altamira, a pesar de pertenecer a la misma zona conurbada que Tampico y Madero, y siendo también altamente urbanizado, tiene niveles de eficiencia e igualdad medianos en el logro educativo.

Los municipios de ranqueo menor en términos de pura eficiencia son, empatados, San Nicolás, Bustamante, Casas y Villagrán. Pero al rankear por igualdad, el municipio de Casas es el menos igualitario, seguido de Bustamante en penúltimo lugar, y en antepenúltimos lugares empatados Villagrán y Miquihuana, ambos menos igualitarios que San Nicolás. El mal desempeño de los municipios en los últimos lugares muestra un fuerte patrón regional. Por ejemplo, la región montañosa de la Huasteca incluye a Bustamante, Miquihuana, Tula y Palmillas; todos ellos con fuertes ineficiencias y desigualdades en el logro educativo. Además, los municipios colindantes de

Villagrán, San Carlos, San Nicolás, Burgos, Hidalgo y Mainero tienen niveles similares de ineficiencia y desigualdad.

Tamaulipas es un estado con una alta desigualdad en el logro educativo, sin embargo, se concluye que al interior del estado este problema es más agudo, y demanda un análisis más detallado para su solución. Los municipios altamente urbanizados han logrado proveer eficiente y equitativamente educación a su población adulta, pero las regiones rurales, y en especial la región montañosa de la Huasteca y los municipios colindantes con Villagrán y San Carlos, son las regiones que más requieren de atención educativa.

También se concluye que usar los tres criterios de las curvas CDF, H y Hammond, ofrecen la ventaja de medir el desempeño en todos los niveles educativos al mismo tiempo en vez de usar nivel por nivel como en los porcentajes de cobertura. Además, evita contradicciones en el ranking de los municipios comparados. Su implementación es relativamente sencilla y se puede hacer con los datos de porcentajes de cobertura por cada nivel educativo en la región de interés. Además, esta metodología podría ser fácilmente implementada para evaluar normativamente el cumplimiento de otros indicadores cualitativos medidos con variables ordinales. Por ejemplo, se puede hablar de desigualdad en la calidad de la vivienda, o en el acceso al agua potable.

REFERENCIAS

- Rodríguez, S., (2018). La persistencia de la desigualdad social en el nivel medio superior de educación en México. Un estudio a nivel nacional. *Perfiles educativos*, 40(161), pp. 8-31.
- Gravel, N., Magdalou, B. & Moyes, P., (2020). Ranking distributions of an ordinal variable. *Economic Theory*, Issue 71, pp. 33-80.
- Gravel, N. y Moyes, P., (2013). Utilitarianism or welfarism: does it make a difference? *Social Choice and Welfare*, 40, pp. 529-551
- INEE, (2019). *Panorama Educativo de México 2018, Indicadores del Sistema Educativo Nacional. Educación Básica y Media Superior.*, México: INEE.

- ONU, (2021). EDUCACIÓN DE CALIDAD: POR QUÉ ES IMPORTANTE. [En línea]
Recuperado de: https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/wp-content/uploads/sites/3/2016/10/4_Spanish_Why_it_Matters.pdf
- Rawls, J. (1999). *A theory of justice: Revised edition* (2nd ed.). Belknap Press.
- Ronconi, L., (2017). El acceso a la educación desde una mirada igualitaria: la influencia del derecho internacional de los derechos humanos. *Anuario Mexicano de Derecho Internacional*, Volumen 18, pp. 191-211.
- Tapia, L. A. & Valenti, G., (2016). Desigualdad Educativa y Desigualdad Social en México. Nuevas evidencias desde las primarias generales de los estados. *Perfiles educativos*, 38(151), pp. 32-54.

CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA DE LAS MICRORREGIONES DEL NORESTE DEL ESTADO DE HIDALGO

SOCIOECONOMIC CHARACTERIZATION OF THE MICROREGIONS OF THE NORTHEAST OF THE STATE OF HIDALGO

YUNUÉN HERNÁNDEZ ÁLVAREZ *

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

JOZELIN MARÍA SOTO ALARCÓN †

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

ANGÉLICA MARÍA VÁZQUEZ ROJAS ‡

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

* Estudiante del Doctorado en Ciencias Económico Administrativas de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Maestra en Ciencias por el Instituto Politécnico Nacional. Líneas de Investigación: Desigualdad Socioeconómica y Desarrollo local y regional. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7358-5770>. Correo: he436161@uaeh.edu.mx

† Profesora investigadora en el Instituto de Ciencias Económico Administrativas, Área Académica de Economía, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Doctora en desarrollo rural por la Universidad Autónoma Metropolitana, obtuvo mención académica. Integrante del SNI nivel 1. Líneas de investigación: economía feminista; teoría feministas y de género, ecología política, y crítica del desarrollo. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3931-9310>. Correo: jmsoto@uaeh.edu.mx

‡ Profesora Investigadora en el Instituto de Ciencias Económico Administrativas, Área Académica de Economía, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Maestra en Economía Regional (Generación 1998-2000) por el CISE de la UAdeC y Doctora en Economía (Cum Laude), Universidad Autónoma de Madrid, España. Investigadora Nacional Nivel I. Líneas de investigación: Eficiencia y productividad; Análisis sectorial y regional y; Economía de la educación. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2907-5383>. Correo: angelica_vazquez4048@uaeh.edu.mx

Resumen: En este trabajo se caracterizan los indicadores socioeconómicos y demográficos de las microrregiones del noreste del estado de Hidalgo, con datos de los años 2000, 2010 y 2020, a fin de explorar las condiciones de vida de la población al interior de esta región. Asimismo, con el objeto de cuantificar las disparidades económicas microrregionales, se estimaron índices de desigualdad territorial en específico los propuestos por Shankar y Shah (2003), con información del Valor Agregado Censal Bruto (1998, 2008 y 2018) como una variable proxy del ingreso. Encontrando evidencia de que las condiciones de vida de la población en las tres microrregiones analizadas han observado una mejoría, la cual no ha sido suficiente para contrarrestar las disparidades económicas en el noreste de Hidalgo, dado que se han mantenido en las dos últimas décadas.

Palabras clave: desigualdad, regiones, municipios

Código JEL: R11; O18

Abstract: In this work, the socioeconomic and demographic indicators of the micro-regions of the northeast of the state of Hidalgo are characterized, with data from the years 2000, 2010 and 2020, in order to explore the living conditions of the population within this region. Likewise, in order to quantify microregional economic disparities, territorial inequality indices were estimated specifically those proposed by Shankar and Shah (2003), with information from the Gross Census Value Added (1998, 2008 and 2018) as a proxy variable of income. Finding evidence that the living conditions of the population in the three analyzed micro-regions have observed an improvement, which has not been enough to counteract the economic disparities in the northeast of Hidalgo, since they have been maintained in the last two decades.

Keywords: economic disparity, regions, municipalities

JEL Code: R11; O18

INTRODUCCIÓN

La globalización y las transformaciones que esta ha generado a nivel mundial en los últimos años, dan lugar al incremento de desigualdades sociales, económicas y políticas dentro de los territorios. Lo que nos ha llevado a revalorar el desarrollo regional como medio para aminorar estas desigualdades, a través de la realización de diversos estudios.

El impacto que genera la desigualdad en los territorios da lugar a regiones que se caracterizan por un mayor rezago, en donde se tienen menores oportunidades de educación, empleo, capacitación y acceso a la salud, lo que conlleva una baja calidad de la fuerza de trabajo y una menor productividad; además, la inequidad en dichas regiones propicia un ambiente favorable para la violencia y el conflicto social (Moreno, Miguel-Velasco, Pérez, Martínez y Martínez, 2020).

Dentro de la Economía Regional existe un área de investigación que trata de comprender las razones y las fuentes del crecimiento regional, y puede aplicarse desde dos perspectivas: las teorías de crecimiento regional y las teorías de desarrollo regional. Las primeras, ligadas a la macroeconomía, enfocan su preocupación a las características territoriales. Las segundas, tienen un enfoque micro territorial y se orientan a determinar los elementos tangibles e intangibles del proceso de crecimiento (Capello, 2006).

Siguiendo a Capello (2006) las teorías de desarrollo regional surgieron para identificar los determinantes endógenos del crecimiento, ya que el desarrollo es por definición endógeno; porque se supedita a una organización territorial, con un sistema cultural y socioeconómico que define el éxito de la economía local de acuerdo a diversos factores: factores de producción, capacidad emprendedora y capacidad en la toma de decisiones de los agentes sociales y económicos locales para guiar el proceso de desarrollo.

En este sentido el concepto de desarrollo local se encuentra configurado especialmente por elementos endógenos: recursos económicos, sociales o

naturales de la región; teniendo como punto esencial la participación de los habitantes para lograr el potencial de su territorio.

Así, de acuerdo con las diferencias que se dan en los territorios es posible la selección de criterios para la delimitación regional, adaptándola al carácter dinámico que cada región aporta sobre el lugar en el que se ubica (Vázquez y Propin, 2001).

Para tal efecto, el Gobierno del Estado de Hidalgo (2017) señala que la regionalización es importante en la medida que permite tener en cuenta las particularidades locales del territorio estatal, a fin de impulsar el desarrollo regional que comprenda la diversidad económica, social y ambiental que se da en cada espacio geográfico. El gobierno estatal propuso un esquema de regionalización dinámica para el territorio hidalguense considerando tres niveles de agrupación: Macrorregional (5 grupos de municipios); Operativa (14 grupos de municipios); y Microrregional (26 grupos de municipios), orientados a facilitar la identificación de polígonos de desarrollo, a través de actividades económicas centradas en las vocaciones locales.

La importancia de estudiar las microrregiones radica en que, de acuerdo con las características sociales, económicas, culturales, políticas, físicas y medioambientales de cada zona geográfica conformada, es más fácil identificar las vocaciones regionales que impulsen el desarrollo local.

El estado de Hidalgo es un lugar lleno de contrastes, donde confluyen regiones muy diversas en recursos naturales, culturales, sociales y económicos, y al interior de estas se observan municipios con dinámicas territoriales particulares. La región de la Huasteca es un ejemplo, ubicada en el norte del estado de Hidalgo y caracterizada por su riqueza cultural y natural, sin embargo, la mayoría de sus municipios registran niveles altos de marginación, asociados a una desigualdad económica mantenida a lo largo de las décadas.

Por lo anterior, es fundamental estudiar las características sociales y económicas de la región de la Huasteca desde el punto de vista microrregional,

para entender su dinámica territorial desde el ámbito económico y las implicaciones que conlleva la presencia de las disparidades económicas.

La zona noreste del estado de Hidalgo está integrada por tres microrregiones: IV. Huejutla de Reyes, Jaltocán y San Felipe Orizatlán; X. Calnali, Huazalingo y Tlanchinol; y XII. Atlapexco, Huautla, Xochiatipan y Yahualica; donde estos municipios integran la región Huasteca con la excepción de Calnali y Tlanchinol que se encuentran en la Sierra Alta.

Dada la escasa literatura sobre esta temática se hacen necesarios estudios sobre las microrregiones en el estado de Hidalgo, en particular de la región norte donde se tiene tanta riqueza y pobreza a la vez. Enseguida de este apartado se enuncian las características demográficas, económicas y sociales de la región y su participación en la economía estatal. Lo anterior como aspecto introductorio para entender que, la región noreste es un territorio con potencial económico y social, aunque dentro de sí misma observa disparidades económicas que son traducidas en altos niveles de marginación. Y para cuantificar dichas disparidades se utilizan las medidas estáticas propuestas por Shankar y Shah (2003) mediante el valor agregado censal bruto per cápita municipal como variable proxy del ingreso (1998, 2008 y 2018). Por último, se agregan comentarios finales.

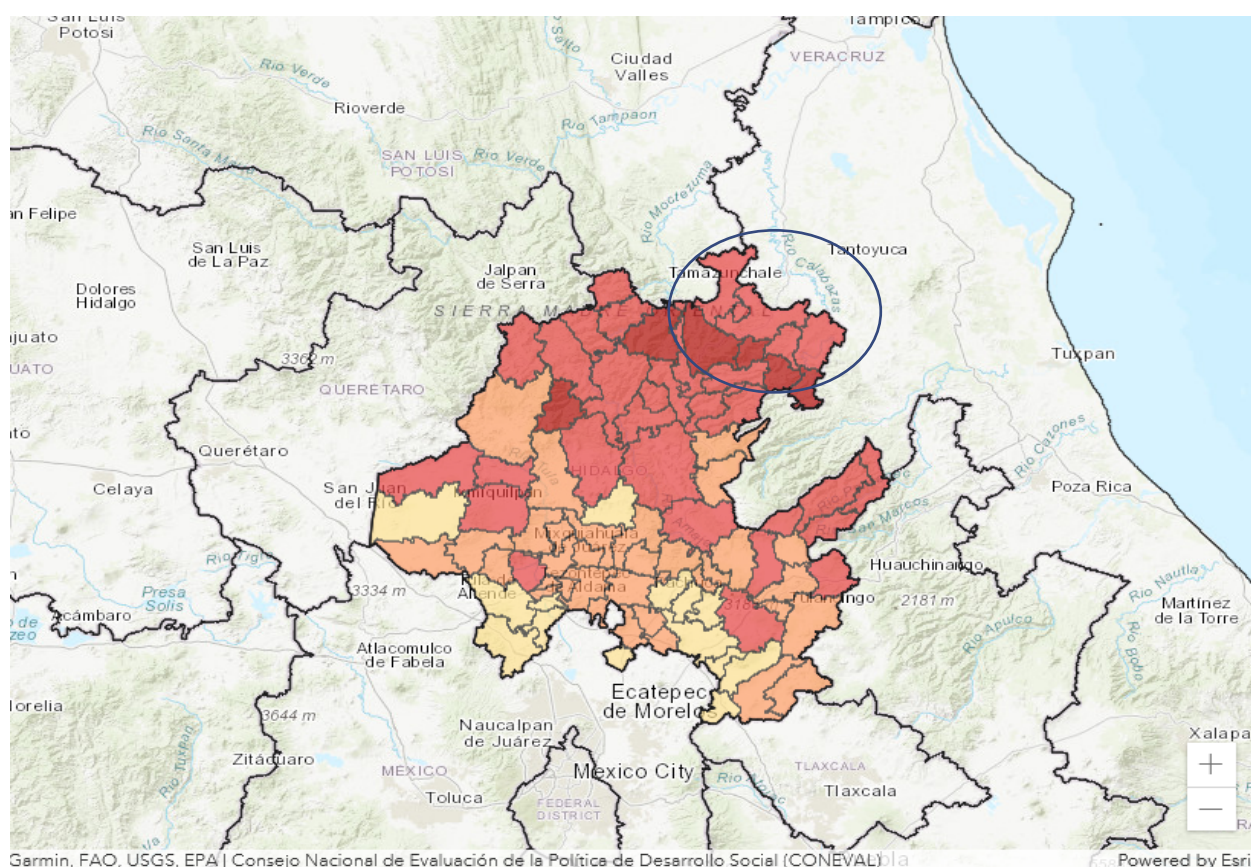
1. DATOS GENERALES DEL ESTADO DE HIDALGO Y SU REGIONALIZACIÓN

El estado de Hidalgo se ubica en la porción del Altiplano Central del país, a tan sólo 65 kilómetros al noreste del núcleo poblacional y económico más importante de la República Mexicana: la Ciudad de México, cubriendo una superficie cercana a los 21 mil kilómetros cuadrados, los cuales representan 1.1 % del territorio nacional (INEGI, 2004).

Sus coordenadas geográficas extremas son 21°24´ norte, 19° 36´ sur de latitud norte y 97° 58´ este de longitud oeste. Colinda al norte con el estado de San Luis Potosí; al noreste y este con Veracruz de Ignacio de la Llave; al este y

sureste con Puebla; al sur con Tlaxcala y el Estado de México; y al oeste con Querétaro de Arteaga (INEGI, 2004).

La división política-administrativa se compone de 84 municipios con 4,596 localidades; siendo su capital la ciudad de Pachuca de Soto (INEGI, 2004). El territorio del estado de Hidalgo está conformado por 10 regiones llamadas geoculturales, de acuerdo con el Inafed (2020), cada una tiene rasgos geográficos y elementos culturales distintivos. Sus nombres son: Huasteca, Sierra Alta, Sierra Baja, Sierra Gorda, Sierra de Tenango, Valle de Tulancingo, Altiplanicie Pulquera, Comarca Minera, Cuenca de México y Valle del Mezquital.



Fuente: Mapa tomado de la Plataforma para el análisis territorial de la pobreza.
<https://coneval.maps.arcgis.com/apps/dashboards/415647f438bd4af2a834ecf8bf9aed50>.

Mapa 1. Estado de Hidalgo, la región noreste.

En el presente trabajo se consideran tres microrregiones ubicadas en la zona noreste del estado (véase el mapa 1), dicha regionalización es tomada de la propuesta por el Gobierno del Estado en el 2017. Las microrregiones son: IV. Huejutla de Reyes, Jaltocán y San Felipe Orizatlán; X. Calnali, Huazalingo y Tlanchinol; y XII. Atlapexco, Huautla, Xochiatipan y Yahualica.

La importancia de estudiar la zona noreste del estado de Hidalgo es que cuenta con riqueza natural y cultural, sin embargo, observa una baja participación en las actividades económicas, y el acceso a los servicios básicos se encuentra por debajo del promedio estatal. Así también, alberga municipios con altos niveles de marginación, por lo que se hace imprescindible explorar a las microrregiones bajo medidas de desigualdad económica.

1.1 ASPECTOS TERRITORIALES Y DE LA POBLACIÓN

La zona noreste del estado de Hidalgo tiene una extensión de 2,191.7 km², territorialmente ocupa alrededor del 10.5% de la superficie estatal, organizándose en 741 localidades con un total de 325,853 habitantes para 2020, de las cuales seis de cada diez hablan náhuatl, mientras que el 80% es bilingüe (INEGI, 2020).

Huejutla de Reyes es el municipio que concentra el 18% de la superficie regional, así como el 38.9% de la población, la misma que a su vez se ubica en un 72% en el área urbana, y refleja una densidad poblacional de 321.7 habitantes por km². Sin embargo, Jaltocán, pese a ser el municipio más pequeño, alberga alrededor de 10,523 habitantes (87% del área urbana), convirtiéndose en el segundo municipio más poblado, dada su densidad poblacional de 274 habitantes por km² (véase Cuadro 1).

Con respecto a las características de la población, los diez municipios que integran la región de estudio en el año 2000 representaron un 13.19% del total estatal con una edad mediana entre 17 y 22 años, mientras que para el año 2020 registró el 10.55% de la población estatal, con una edad mediana entre 26 y 35 años.

Cuadro 1. Información sobre territorio y población

Municipio	Ocupación territorial del total de la superficie del estado (%)	Superficie (km²)	Población (2020)	Densidad de población (hab./km²) 2020
Atlapexco	0.68	142.6	19 812	138.9
Calnali	1.01	211.0	16 150	76.5
Huautla	1.40	292.3	20 673	70.7
Huazalingo	0.52	107.5	12 766	118.8
Huejutla de Reyes	1.89	394.0	126 781	321.7
Jaltocán	0.18	38.4	10 523	274.1
San Felipe Orizatlán	1.55	324.0	38 492	118.8
Tlanchinol	1.88	392.1	37 722	96.2
Xochiatipan	0.65	135.4	18 260	134.8
Yahualica	0.74	154.4	24 674	159.9

Fuente: Elaboración propia con base en datos del Censo de Población y Vivienda, 2020. INEGI.

En los dos últimos censos, ocho municipios han registrado tasas de crecimiento poblacional intercensal positivas, destacando Huejutla de Reyes con 17% y, por otro lado, los municipios de Calnali y Huautla observan tasas negativas de 1.41% y 11.4%, respectivamente.

Al conectar la dinámica de los asentamientos humanos con el uso de suelo, y al entender que el territorio es producto de la construcción social de los actores, la región de estudio se caracteriza por una amplia diversidad de climas, lo que la configura como un territorio heterogéneo.

El uso de suelo municipal en 2010, de acuerdo con el INEGI, está dado principalmente para la agricultura, y se encuentra principalmente concentrado en Jaltocán (84%), Huejutla de Reyes (81%), Huazalingo (78%) y Atlapexco (77%), y los demás municipios ocupan menos del 50%.

1.2 ASPECTOS EDUCATIVOS, DE SALUD, Y DE VIVIENDA

Con relación a la escolaridad, para el año 2000, la población de 3 años y más con educación básica fluctuaba entre el 41% y 53%, seguida de la población sin escolaridad con porcentajes desde el 22% al 33% (Cuadro 2). En el año 2020 en todos los municipios más del 59% de la población cuenta con educación básica, y un bajo porcentaje de la misma cuenta con educación superior.

Si agrupamos los datos municipales por microrregiones, la IV refleja cifras más altas en el porcentaje de la población con acceso a la educación media superior y superior, sin embargo, se encuentran por debajo de la proporción estatal.

Cuadro 2. Porcentaje promedio de la población, según nivel de escolaridad, 2020

Microrregión	Sin escolaridad	Básica	Media superior	Superior	No especificado
IV. Huejutla de Reyes, Jaltocán y San Felipe Orizatlán	15.6	61.9	12.70	9.60	0.15
X. Calnali, Huazalingo y Tlanchinol	13.2	68.8	12.28	5.58	0.16
XII. Atlapexco, Huautla, Xochiatipan y Yahualica	15.3	66.3	12.50	5.68	0.20
Estatal	7.26	59.0	17.9	14.4	0.20

Cuadro 3. Porcentaje promedio de la población afiliada a servicios de salud, 2020

Microrregión	IMSS	ISSSTE	ISSSTE Estatal	Pemex, Defensa o Marina	Instituto de Salud para el bienestar ¹	IMSS Bienestar	Institución privada	Otra	Sin afiliación
IV. Huejutla de Reyes, Jaltocán y San Felipe Orizatlán	9.61	9.35	0.32	0.52	59.92	1.07	0.78	2.33	16.08
X. Calnali, Huazalingo y Tlanchinol	3.68	4.61	0.27	0.51	76.43	1.83	0.42	0.12	12.12
XII. Atlapexco, Huautla, Xochiatipan y Yahualica	9.12	6.16	0.19	0.63	68.67	2.91	0.53	1.07	10.71
Estatal	24.14	7.20	0.33	1.11	35.58	0.74	0.81	0.69	30.12

Fuente: Elaboración propia con base en datos del Censo de Población y Vivienda, 2020. INEGI.

¹ “En enero de 2020, entró en funciones el Instituto de Salud para el Bienestar (INSABI); sin embargo, la categoría incluye también a la población que declaró estar afiliada al Seguro Popular” (INEGI, 2020)

En términos del acceso a los servicios de salud, para el año 2000, el porcentaje de la población no afiliada a ninguna institución de salud fluctuaba entre valores del 67% y 97% (Cuadro 3). La situación anterior cambió para el año 2020 donde el porcentaje de la población afiliada a servicios de salud se incrementó, debido a la afiliación de la población al Instituto de Salud para el Bienestar. Sin embargo, las tres microrregiones observan en promedio porcentajes entre 10% y 16% de su población sin acceso a los servicios médicos de alguna institución pública o privada.

En términos de las características de las viviendas particulares habitadas, para el año 2000, se observa que los municipios de Yahualica, Xochiatipan y Huautla tienen un alto porcentaje de viviendas con piso de tierra, 69.76%, 64.90% y 58.64%, respectivamente (Cuadro 4). Y en el caso de las viviendas sin agua entubada éstos municipios también se registran con los porcentajes más altos. Con respecto al porcentaje de viviendas sin drenaje los municipios de Xochiatipan, Atlapexco y Huautla registran un 90.70%, 88.17% y 80.35%, respectivamente. Con relación al porcentaje de viviendas sin energía eléctrica, Tlanchinol registra el 25.71% y Huazalingo el 37.36%.

Y para el año 2020, se observa que los municipios de Tlanchinol, Huazalingo y Xochiatipan reflejan 10.87%, 11.26% y 15.96% de viviendas con piso de tierra, respectivamente. Y en el caso de las viviendas sin agua entubada los municipios que reflejan los valores más altos son: el 16.49% para Xochiatipan, 26.02% en Yahualica, y Huautla tiene un 36.38%. Al agrupar los municipios por microrregión, la XII refleja porcentajes altos de viviendas sin energía eléctrica y sin agua entubada en comparación con las otras microrregiones y el valor promedio estatal.

Cuadro 4. Condiciones de las viviendas particulares, 2020

Microrregión	Promedio de ocupantes por vivienda	Promedio de cuartos por vivienda	Porcentaje de viviendas con piso de tierra	Porcentaje de viviendas sin energía eléctrica	Porcentaje de viviendas sin agua entubada	Porcentaje de viviendas sin sanitario ni drenaje
IV. Huejutla de Reyes, Jaltocán y San Felipe Orizatlán	3.87	3.66	6.38	0.96	4.23	1.80
X. Calnali, Huazalingo y Tlanchinol	3.86	3.60	9.80	1.41	2.17	1.65
XII. Atlapexco, Huautla, Xochiatipan y Yahualica	3.89	3.66	8.61	1.73	21.56	2.19
Estatad	3.59	3.99	2.85	0.89	3.89	2.28

Fuente: Elaboración propia con base en datos del Censo de Población y Vivienda, 2020. INEGI.

2. CARACTERÍSTICAS ECONÓMICAS DE LA REGIÓN

Las microrregiones del noreste de Hidalgo en términos de población de 12 años y más, según condición de actividad económica y de ocupación, reflejan una dinámica diferente con relación al valor estatal y entre ellas. En el año 2000 la población económicamente activa registró porcentajes entre 39 y 47, y para el 2020 se incrementan dichos valores al fluctuar entre 49% y 55% (Cuadro 5). Y, por otro lado, la población no económicamente activa observa porcentajes superiores al 43% para ambos años, con predominio de las actividades de las personas que se dedican a los quehaceres del hogar, y de los estudiantes. Lo anterior permite inferir la alta tasa de dependencia ocupacional que ha prevalecido a lo largo de veinte años.

Cuadro 5. Características económicas, 2020

Microrregión	Población económicamente activa ocupada %	Población económicamente activa desocupada %	Población no económicamente activa %	No especificado %	Tasa específica de participación económica ²⁹ %
IV. Huejutla de Reyes, Jaltocán y San Felipe Orizatlán	55.70	0.63	43.21	0.46	56.32
X. Calnali, Huazalingo y Tlanchinol	49.13	0.55	49.97	0.34	49.69
XII. Atlapexco, Huautla, Xochiatipan y Yahualica	50.57	0.59	48.52	0.31	51.16
Estatad	59.95	1.16	38.60	0.29	61.11

Fuente: Elaboración propia con base en datos del Censo de Población y Vivienda, 2020. INEGI.

²⁹ “Es el porcentaje que representa la población económicamente activa, respecto de la población de 12 años y más” (INEGI, 2020).

Cuadro 6. Población ocupada y su distribución porcentual según división ocupacional^{a/} (Al 15 de marzo de 2015)

Microrregión	Total	Funcionarios, profesionistas, técnicos y administrativos ^{b/}	Trabajadores agropecuarios	Trabajadores en la industria ^{c/}	Comerciantes y trabajadores en servicios diversos ^{d/}	No especificado
IV. Huejutla de Reyes, Jaltocán y San Felipe Orizatlán	54,647	16.58	18.41	17.81	46.71	0.49
X. Calnali, Huazalingo y Tlanchinol	16,508	11.72	28.91	14.34	43.72	1.30
XII. Atlapexco, Huautla, Xochiatipan y Yahualica	21,246	10.81	33.90	12.30	42.34	0.64
Notas: a/ Corresponde a las ocupaciones agrupadas del Sistema Nacional de Clasificación de Ocupaciones (SINCO, 2011). b/ Comprende: funcionarios, directores y jefes; profesionistas y técnicos; así como trabajadores auxiliares en actividades administrativas. c/ Comprende: trabajadores artesanales; así como operadores de maquinaria industrial, ensambladores, choferes y conductores de transporte. d/ Comprende: comerciantes, empleados en ventas y agentes de ventas; trabajadores en servicios personales y vigilancia; así como trabajadores en actividades elementales y de apoyo. e/ Municipio censado.						

Fuente: Elaboración propia con base en la Encuesta Intercensal 2015. www.inegi.org.mx (11 de enero de 2021).

De acuerdo con datos de la Encuesta Intercensal 2015, la población ocupada se concentra en la microrregión IV, y predomina en términos porcentuales la división ocupacional de comerciantes y trabajadores en servicios diversos, seguida de los trabajadores agropecuarios (Cuadro 6).

Con datos de los Censos Económicos, se observa que la participación de la región noreste en la economía estatal en términos de personal ocupado total se ha incrementado de 3.5% a 5.3% en el periodo de 1998 a 2008 y, disminuyó a 4.8% en el 2018; con respecto a la producción bruta total la región participa con 0.6% para los años 1998 y 2008 y 0.9% en el 2018, y con datos del valor agregado censal bruto, la participación ha sido de 1.6%, 1.4% y 0.9%, para 1998, 2008 y 2018, respectivamente (INEGI, varios años).

2.1 POBREZA Y MARGINACIÓN POR MICRORREGIÓN

De acuerdo con el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), “una persona se encuentra en situación de pobreza cuando tiene al menos una carencia social (en los indicadores de rezago educativo, acceso a servicios de salud, acceso a la seguridad social, calidad y espacios de la vivienda, servicios básicos en la vivienda y acceso a la alimentación) y si su ingreso es insuficiente para adquirir los bienes y servicios que requiere para satisfacer sus necesidades alimentarias y no alimentarias” (CONEVAL, 2021). Y define la situación de pobreza extrema cuando “una persona tiene tres o más carencias sociales, de seis posibles y, además, su ingreso total es menor que la línea de bienestar mínimo. La población en esta situación dispone de un ingreso tan bajo que aun si lo dedicase por completo a la adquisición de alimentos, no podría acceder a aquellos que componen la canasta alimentaria” (CONEVAL, 2021).

Para el año 2015 la microrregión XII muestra los mayores porcentajes de población en situación de pobreza y pobreza extrema, superando con una diferencia enorme a los porcentajes estatales (Cuadro 7). En realidad, las tres

microrregiones manifiestan porcentajes de pobreza muy altos con respecto a los valores estatales.

Cuadro 7. Porcentaje de población en pobreza, 2010 y 2015

Microrregión	En situación de pobreza		En situación de pobreza moderada		En situación de pobreza extrema	
	2010	2015	2010	2015	2010	2015
IV. Huejutla de Reyes, Jaltocán y San Felipe Orizatlán	77.3	71.8	45.1	46.6	32.2	25.2
X. Calnali, Huazalingo y Tlanchinol	84.4	80.7	49.9	54.6	34.5	26.0
XII. Atlapexco, Huautla, Xochiatipan y Yahualica	82.3	83.9	45.1	48.8	37.2	35.1
Estatal	54.7	49.4	41.2	40.0	13.5	9.3

Fuente: Elaboración propia con base en datos del CONEVAL.

Otra medida para observar las condiciones socioeconómicas en las que se encuentra la población de las regiones es el índice de marginación. De acuerdo con el Consejo Nacional de Población (CONAPO) “es una medida-resumen que permite diferenciar los estados y municipios del país según el impacto global de las carencias que padece la población como resultado de la falta de acceso a la educación, la residencia en viviendas inadecuadas, la percepción de ingresos monetarios insuficientes y las relacionadas con la residencia en localidades pequeñas” (CONAPO, 2020). Para estos indicadores se consideraron los datos a nivel de municipio, observando que del 2000 al 2015 disminuyó la cantidad de los municipios con muy alto grado marginación, y se logran dos con grado de marginación medio (Cuadro 8).

Cuadro 8. Indicadores de marginación

Municipio	Índice de marginación			Grado de marginación	
	2000	2015	2020	2000	2015
Atlapexco	1.02	0.48	52.68	Muy Alto	Alto
Calnali	0.62	0.38	52.84	Alto	Alto
Huautla	0.70	0.38	50.67	Alto	Alto
Huazalingo	1.31	0.44	52.34	Muy Alto	Alto
Huejutla de Reyes	0.44	- 0.07	53.61	Alto	Medio
Jaltocán	0.65	0.04	53.28	Alto	Medio
San Felipe Orizatlán	0.96	0.16	52.76	Alto	Alto
Tlanchinol	0.89	0.59	52.83	Alto	Alto
Xochiatipan	1.46	1.29	48.65	Muy alto	Muy alto
Yahualica	1.60	1.36	48.82	Muy alto	Muy alto
Estatad	0.88	0.50	17.76	Muy alto	Alto

Fuente: Elaboración propia con base en datos del Consejo Nacional de Población, 2000, 2020.

Una vez caracterizadas las microrregiones y sus municipios, se busca explorar el comportamiento de la desigualdad económica en diferentes momentos del tiempo, mediante las medidas de desigualdad propuestas por Shankar y Shah (2003), y también se considera el coeficiente de Gini como medida de desigualdad a nivel de municipio con los cálculos del CONEVAL.

3. MEDICIÓN DE LA DESIGUALDAD REGIONAL

Los estudiosos de las desigualdades regionales ocupan distintas metodologías para su medición, para el caso de las regiones (estados) en México, de la literatura revisada se tiene a Salcido-Vega (2017) quienes utilizan los métodos de Jenkins y Gini exacto por Shapley para analizar la relación existente entre la desigualdad y el nivel de ingresos, que presentan grupos y regiones de México; Sastré y Rey (2008), realizaron un estudio sobre las disparidades regionales en México, analizando en qué medida los estados, municipios y ciudades, pueden influenciarse mutuamente para adoptar ciertas prácticas sociales y económicas, que los ayuden a disminuir las desigualdades económicas. Para dicho análisis dividieron los 32 estados en cinco regiones y

utilizaron como metodología la descomposición del índice de Theil, tomando en cuenta el problema de unidad de área modificable y la posibilidad de falacia ecológica; además del perfil temporal del índice de polarización espacial de Zhang y Kanbur.

Utilizando técnicas no paramétricas, específicamente densidades Kernel gaussianas de la productividad laboral a nivel municipal; y espaciales como las cadenas de Markov espaciales, además del índice de Moran, Valdivia (2008) analizó los procesos de convergencia-divergencia regional, estudiando la productividad laboral de los municipios de la región centro del país. Haciendo un análisis regional de México, Delgadillo, Torres y Gasca (2001) explican las distorsiones de la inversión y de las prioridades de la política económica, así como de la distribución de los beneficios; utilizaron datos desagregados y agrupados regionalmente en municipios y estados para la medición de las desigualdades regionales, por el período 1995 a 2000, concernientes a indicadores sociales (mortalidad, analfabetismos, asistencia médica), especialización económica sectorial, participación laboral, inversión extranjera directa, inversión pública y producto interno bruto regional.

Para el caso del estado de Hidalgo, Madueño (2000), realizó un trabajo con metodología cualitativa sobre los problemas socioeconómicos regionales de la Huasteca hidalguense; encontrando que el problema más considerable en esta zona era la pobreza; además, de la marginación; ya que la mayor parte de la población indígena sobrevivía en una excesiva precariedad. Esta problemática traía consigo un bajo nivel de escolaridad enmarcado por una limitada oferta educativa en la región; así como bajos niveles de acceso a la salud; un bajo nivel de ingresos de la población y una estructura productiva caracterizada por un sector agropecuario con un limitado nivel de desarrollo y la ausencia de un sector industrial manufacturero, y el sector terciario con una actividad especializada en el abastecimiento regional de productos de primera necesidad. Condiciones que actualmente se siguen presentando en la región y que condicionan las posibilidades de desarrollo regional.

En el presente trabajo se adoptan tres medidas de desigualdad regional propuestas por Shankar y Shah (2003), denominadas estáticas porque muestran la desigualdad en un momento del tiempo; teniendo en cuenta que deben utilizarse varias medidas para analizar diferentes dimensiones del problema, ya que una sola medida estadística no muestra las diversas dimensiones de la desigualdad.

a) Maximum to minimum ratio (MMR):

Es una medida que se deriva de comparar el ingreso per cápita más alto de la región con el ingreso más bajo, proporcionando un indicador del rango de esas disparidades. Si el valor del indicador es cercano a uno, entonces se interpreta que las diferentes regiones tienen ingresos iguales relativamente. Si el valor es grande, entonces se interpreta que ese valor no dice si el ratio es alto debido a variaciones sustanciales en la distribución del ingreso per cápita o a la presencia de outliers (Shankar y Shah, 2003).

En este trabajo, al no contar con la información del ingreso per cápita de las microrregiones se ha utilizado como variable *proxy* al valor agregado censal bruto per cápita (VACB) en miles de pesos, valores constantes (base 2013), de acuerdo con datos de los Censos Económicos de 1998, 2008 y 2018 (Cuadro 9).

Cuadro 9. Ratio entre el máximo y el mínimo
(Maximum to minimum ratio-MMR)

VACB per cápita, valores constantes, base 2013)			
	1998	2008	2018
Microrregión IV	0.0300	0.0535	0.1411
Microrregión X	0.0065	0.0093	0.0182
Microrregión XII	0.0015	0.0074	0.0261
MMR	20.20	7.26	7.73

Fuente: elaboración propia con datos de los Censos Económicos 1999, 2009 y 2019, y los Censos de Población 1995, 2005 y estimaciones de la población 2017. INEGI.

Con los resultados de MMR, se observa un valor muy superior a uno para los tres años de estudio, aunque hubo un descenso en el valor de MMR, este no se acerca a cero, lo que nos indica la existencia de alta desigualdad en términos del valor agregado per cápita entre las microrregiones de la zona noreste del estado de Hidalgo.

b) Coeficiente de variación (CV):

Es una medida de dispersión alrededor de la media, y puede ser calculada en diferentes formas. El CV se utiliza para capturar la dispersión del ingreso per cápita. Esta medida es estandarizada y puede usarse para hacer comparaciones entre países y sobre el tiempo (especialmente si la información del ingreso está sólo disponible en precios corrientes). El coeficiente de variación es calculado de dos formas. El primero, el coeficiente de variación simple como una medida de variación no ponderada y se muestra a continuación:

$$CVu = \frac{\sqrt{\sum_i \frac{(y_i - \bar{y}_u)^2}{N}}}{\bar{y}_u}$$

Donde:

y_i = es el ingreso per cápita del estado i ,

N = es el número de regiones y ,

$\bar{y}_u$ = es la media del ingreso per cápita, es calculado como la media del ingreso regional per cápita sin ponderación por la población, $\bar{y}_u = \frac{1}{N} \sum_i y_i$

Este estadístico es un poco diferente de la fórmula propuesta por Williamson's (citado en Shankar y Shah, 2003) para el Coeficiente de variación no ponderado, donde el ingreso medio, $\bar{y}$, significa el promedio nacional per cápita. La medida propuesta por Williamson (1965) no es apropiada en esta aplicación ya que utiliza una medida ponderada para el denominador y una no ponderada para el numerador. CVu varía desde cero que significa igualdad perfecta (ingreso per cápita para las diferentes regiones) a $\sqrt{N-1}$ que

significa desigualdad perfecta (donde sólo una región tiene todo el ingreso). Aunque esta medida puede ser utilizada para comparar las disparidades regionales en los países a través del tiempo, esto es problemático para comparaciones entre países porque el valor de la desigualdad es sensible al número de regiones (Shankar y Shah, 2003).

Este problema se supera en cierta medida mediante el coeficiente de variación ponderado, en el que cada desviación regional se pondera según su participación en la población nacional. Esta medida se calcula como se indica a continuación:

$$CVw = \frac{\sqrt{\sum_i (y_i - \bar{y})^2 \frac{p_i}{P}}}{\bar{y}}$$

Donde, y_i es el ingreso per cápita de la región i , y $\bar{y}$ es el ingreso per cápita promedio nacional. P es la población nacional y p_i es la población del estado i . CVw varía desde cero para la igualdad perfecta a $\sqrt{\frac{P-p_i}{p_i}}$ que significa desigualdad perfecta donde la región i tiene todo el ingreso. Esto es mejor que CVu para la comparación entre países, ya que la medida de desigualdad no depende del número de regiones sino de la proporción de la población de las regiones (Shankar y Shah, 2003).

Para calcular este coeficiente se utilizan los datos del VACB per cápita como variable *proxy* del ingreso per cápita, agrupando las tres microrregiones que integran la zona noreste del estado, para tres momentos en el tiempo (Cuadro 10).

Cuadro 10. Coeficiente de variación ponderado

	1998	2008	2018
CVw	0.576	0.580	0.560

Fuente: elaboración propia con datos de los Censos Económicos 1999, 2009 y 2019, y los Conteos de Población 1995, 2005 y estimaciones de la población 2017. INEGI.

Dado que los coeficientes de variación ponderado se alejan del cero, se puede mostrar que hay indicios de desigualdad en la región en los tres años de estudio considerando que dicha medición depende de la proporción de la población de las microrregiones.

c) Desviación media relativa (R_w):

La desviación media relativa del ingreso per cápita, es una medida ponderada por las proporciones de la población de las regiones. Tomando a Shankar y Shah (2003) la medida se denomina como:

$$R_w = \frac{\sum_i |y_i - \bar{y}| \frac{p_i}{P}}{\bar{y}}$$

Donde, y_i es el ingreso per cápita de la región i , y $\bar{y}$ es el ingreso per cápita promedio nacional. P es la población nacional y p_i es la población del estado i . Como CV se calcula elevando al cuadrado las diferencias, podría ser no necesariamente sensible a los valores atípicos. R_w , el cual evita este problema puede ser utilizado para revisar los resultados del CV . R_w varía desde cero como igualdad perfecta a dos como desigualdad perfecta. Al igual que en las medidas anteriores, también se utiliza como variable proxy del ingreso per cápita de la región al VACB para los años 1998, 2008 y 2018 (Cuadro 11).

Cuadro 11. Desviación media relativa

	1998	2008	2018
R_w	0.3607	0.3625	0.3315

Fuente: elaboración propia con datos de los Censos Económicos 1999, 2009 y 2019, y los Conteos de Población 1995, 2005 y estimaciones de la población 2017. INEGI.

Una vez ponderado el VACB per cápita por las proporciones de la población de la región, la desviación media relativa para la zona noreste del estado de Hidalgo refleja valores entre 0.33 y 0.36 en los tres años de estudio, lo cual observa una tendencia hacia la desigualdad en términos del valor agregado censal per cápita en dicha región.

d) Índice de Gini:

Este índice es ampliamente utilizado en la medición de la desigualdad. En el presente trabajo se empleará el índice de Gini calculado por el CONEVAL (2020) que “mide la desigualdad económica de una sociedad, mediante la exploración del nivel de concentración que existe en la distribución de los ingresos entre la población. El coeficiente de Gini toma valores entre 0 y 1; un valor que tiende a 1 refleja mayor desigualdad en la distribución del ingreso. Por el contrario, si el valor tiende a cero, existen mayores condiciones de equidad en la distribución del ingreso”.

De acuerdo con los resultados que proporciona el CONEVAL, algunos municipios que conforman la zona de estudio observan cifras superiores al promedio estatal, donde los valores reflejan aún condiciones de desigualdad en la distribución del ingreso corriente per cápita para los años 2010 y 2015 (Cuadro 12).

Cuadro 12. Coeficiente de Gini

Municipio	2010 ^{1/}	2015
Atlapexco	0.48	0.41
Calnali	0.42	0.39
Huautla	0.47	0.44
Huazalingo	0.39	0.37
Huejutla de Reyes	0.50	0.51
Jaltocán	0.44	0.43
San Felipe Orizatlán	0.44	0.46
Tlanchinol	0.45	0.41
Xochiatipan	0.41	0.35
Yahualica	0.40	0.37
Estatad	0.43	0.42

Nota: 1/ Para 2010, la información se construyó tomando en cuenta el ingreso corriente per cápita que se utiliza para la medición multidimensional de la pobreza.

Fuente: elaboración propia con datos del CONEVAL.

CONCLUSIONES

El estado de Hidalgo es un territorio lleno de contrastes desde lo cultural, ambiental, social, económico y político. Dada la caracterización de la zona noreste de la entidad, y agrupando los municipios en microrregiones y mediante indicadores referentes al contexto social, económico y poblacional, podemos observar una mejoría en las condiciones de vida de la población que habita la región huasteca y parte de la sierra alta hidalguense a lo largo de veinte años (2000-2020). Sin embargo, al aplicar algunas medidas de desigualdad económica para los años 1998, 2008 y 2018 se observan valores que reflejan disparidades económicas a nivel de microrregión, municipio y región, dichos hallazgos es preciso analizarlos con cierta reserva dado que son medidas estáticas y con datos del valor agregado censal bruto per cápita como variable proxy del ingreso per cápita. Lo anterior nos lleva a reflexionar sobre la necesidad de analizar la desigualdad económica de las regiones desde la perspectiva dinámica.

A pesar de la mejora en las condiciones de vida de los habitantes de la región, estas microrregiones aún registran altos porcentajes de su población en pobreza y pobreza extrema y altos niveles de marginación, por lo que se hace necesario estudiar sobre cómo reducir la pobreza, y entre los desafíos de esta reducción se tiene la imperiosa tarea de abatir las desigualdades municipales y regionales.

Es fundamental realizar estudios de corte regional donde se analicen las dinámicas propias de los territorios, y así conocer sus problemáticas y potencialidades que permitan generar una mejora en el nivel de vida de la población.

REFERENCIAS

Capello, Roberta (2006). La economía regional tras cincuenta años: desarrollos teóricos recientes y desafíos futuros. En: Investigaciones Regionales, 9 (No.), 169-192.

- CONSEJO NACIONAL DE EVALUACIÓN (2021). CONEVAL. México, D.F. Informe de Pobreza y Evaluación. Hidalgo <https://coneval.maps.arcgis.com/apps/dashboards/415647f438bd4af2a834ecf8bf9aed50> (Fecha de consulta: 20 de marzo de 2021)
- Delgadillo Macías, Javier, Torres Torres, Felipe, y Gasca Zamora, José (2001). Distorsiones del desarrollo regional de México en la perspectiva de la globalización. En: Momento económico, 115 (No.), 30-44.
- GOBIERNO DEL ESTADO DE HIDALGO (2017). <http://intranet.e-hidalgo.gob.mx/NormatecaE/Inicio.taf> (Fecha de consulta: 09 de marzo de 2021)
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA E INFORMATICA Y GOBIERNO DE ESTADO DE HIDALGO (2004). Hidalgo Hoy. México, D.F. http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825169923/702825169923_14.pdf. (Fecha de consulta: 24 de enero de 2021)
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA E INFORMATICA. Censo de Población y Vivienda (2000, 2010, 2020). INEGI. México, D.F. <https://www.inegi.org.mx/app/publicaciones/>. (Fecha de consulta: 24 de enero de 2021)
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA E INFORMATICA. Conteo de Población y Vivienda (1995, 2005, 2017-estimación). INEGI. México, D.F. <https://www.inegi.org.mx/app/publicaciones/>. (Fecha de consulta: 24 de enero de 2021)
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA E INFORMATICA. Censos Económicos 1999, 2009, 2019). INEGI. México, D.F. <https://www.inegi.org.mx/app/publicaciones/>. (Fecha de consulta: 24 de enero de 2021)
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA E INFORMATICA. Encuesta Intercensal 2015. INEGI. México, D.F. <https://www.inegi.org.mx/app/publicaciones/>. (Fecha de consulta: 11 de enero de 2021)

- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA E INFORMATICA.
Compendio de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Hidalgo. 2020. INEGI. México, D.F.
<https://www.inegi.org.mx/app/publicaciones/>. (Fecha de consulta: 24 de enero de 2021)
- INSTITUTO NACIONAL PARA EL FEDERALISMO Y EL DESARROLLO MUNICIPAL. (2020). INAFED.
<http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM13hidalgo/regionalizacion.html> (Fecha de consulta: 10 de noviembre de 2020)
- Madueño Paulette, Ruth (2000). La Huasteca hidalguense: pobreza y marginación social acumulada. En: Sociología, 15 (Vol.), 44 (No.), 97-131.
- Moreno Avendaño, Julita, Miguel-Velasco, Andrés Enrique, Pérez Pérez, Maribel, Martínez Olivera, Christian y Martínez García, Karina Aidee (2020). Desigualdades territoriales de las ciudades multiculturales. El caso del estado de Oaxaca, México. En: Economía, Sociedad y Territorio, 20 (Vol.), 64 (No.), 601-631.
- Salcido-Vega, Francisco Guillermo (2017). Los factores de la desigualdad en México y sus regiones: 2000-2010. En: Ra Ximhai, 13 (Vol.) 3 (No.), 475-491.
- Sastré Gutiérrez, Myrna L., y Rey, Sergio J. (2008). Polarización espacial y dinámicas de la desigualdad interregional en México. En: Problemas del desarrollo, 39 (Vol.) 155 (No.), 181-204.
- Shankar, Raja y Shah, Anwar (2003). Brinding the economic divide within countries: a scorecard on the performance of regional policies in reducing regional income disparities. ELSEVIER Journal, 31. Gran Bretaña.
- Valdivia López, Marcos (2008). Desigualdad regional en el centro de México. Una exploración espacial de la productividad en el nivel municipal durante el período 1988-2003. En: Investigaciones regionales, 13 (No.), 5-34.

Vázquez Solís, Valente y Propin Frejomil, Enrique (2001). Las diferencias regional-económicas del Estado de Guerrero, México. En: Investigaciones Geográficas, 46 (No.), 131-147.

TERCERA PARTE

OTROS TEMAS DE LA ECONOMÍA EN LAS REGIONES
DE MÉXICO

GRADIENTES URBANOS: TEORÍA Y APLICACIÓN A LA CIUDAD DE SALTILLO, MÉXICO

URBAN GRADIENTS: THEORY AND APPLICATION TO THE CITY OF SALTILLO, MEXICO

LEIDY VANESSA ANDRADE BACARES*

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA

NICHOLAS P. SISTO†

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA

HARVY VIVAS PACHECO‡§

UNIVERSIDAD DEL VALLE

* Doctorante, Centro de Investigaciones Socioeconómicas (CISE), Universidad Autónoma de Coahuila. Maestra en Economía Regional (Generación 2016-2018) del CISE de la UAdeC. Líneas de investigación: Economía Regional y Urbana, Calidad de vida, Desigualdad y Pobreza. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1730-0643>. Correo: leidy.andrade@correounivalle.edu.co

† Profesor-Investigador del CISE, Universidad Autónoma de Coahuila. Doctor en Economía por University of Toronto, Canada. Líneas de investigación: Economía y Manejo de Recursos Naturales y Medio Ambiente; Economía Regional y Urbana. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3003-3252>. Correo: nicholas.sisto@uadec.edu.mx

‡ Profesor titular del Departamento de Economía, Universidad del Valle, Cali, Colombia. Doctorado en Economía por la Universidad Autónoma de Barcelona. Líneas de investigación: Economía Regional y Urbana; Economía de la Educación; Calidad de vida, Desigualdad y Pobreza. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2308-9725>. Correo: harvy.vivas@correounivalle.edu.co

§ Los autores agradecen a la Dra. Miriam Valdés Ibarra, investigadora del CISE, por sus comentarios entorno a una versión preliminar de este documento.

Resumen: Este trabajo aborda un tema fundamental para la economía regional y urbana: la estructura espacial de las ciudades. Específicamente, el capítulo se enfoca en la distribución de la población, de las viviendas, así como de los precios de las propiedades en el medio urbano. De manera consistente con el modelo canónico urbano y sus predicciones analíticas, se formuló una variante básica que permite apreciar el proceso de deducción de los gradientes urbanos (i.e. relaciones entre características urbanas y su ubicación). Los gradientes se ponen a prueba para la ciudad de Saltillo, capital del estado de Coahuila (Noreste de México), con técnicas de econometría espacial que levantan los supuestos tradicionales de ausencia de correlación espacial entre las unidades de observación. Los resultados sugieren que, de conformidad con el modelo teórico, la densidad poblacional y el valor unitario de las viviendas disminuyen con respecto a la distancia hacia el centro de la ciudad, mientras el tamaño de las viviendas crece. En conjunto, el estudio constata la relevancia del espacio en la toma de decisiones de los agentes económicos y aporta hallazgos relevantes sobre la estructura urbana de Saltillo.

Palabras Clave: Ciudad, Gradientes Urbanos, Población, Viviendas, Valor Inmobiliario, Saltillo, México.

Código JEL: R10, R50, C21.

Abstract: This work surveys a key issue for regional and urban economics: the spatial structure of cities, in particular with respect to the distribution of population, residences and property values in urban areas. To this end the chapter introduces a formal model of households' residential location decision (a simple version of the canonical urban economics model) to illustrate how urban gradients emerge from basic principles. These gradients (i.e. functions that relate an urban characteristic to location) are then estimated for the city of Saltillo, capital of the state of Coahuila (Northeast Mexico), using spatially explicit statistical techniques. Results suggest that, in line with theoretical predictions, population density and the unit value of dwellings decrease with respect to distance to the city center, while the size of dwellings increases. Overall this study points to the relevance of space in economic agents' decision-making and reveals important features of Saltillo's urban structure.

Keywords: City, Urban Gradients, Population, Housing, Real Estate Values, Saltillo, Mexico.

JEL: R10, R50, C21

INTRODUCCIÓN

Desde los primeros desarrollos sobre la estructura urbana propuestos por la escuela de Chicago, particularmente los trabajos de Burgess (1826) y Hoyt (1939), se puede ver la preocupación intelectual sobre la prevalencia de configuraciones monocéntricas o policéntricas en la distribución de las actividades económicas y la localización de las firmas industriales, comerciales y de servicios en los ámbitos intra-urbanos.

Los desarrollos posteriores de Clark (1951) centraron su atención en las relaciones entre las densidades, los precios del suelo y de las viviendas, así como en la concentración del empleo en la principal centralidad, suponiendo la prevalencia de estructuras monocéntricas, tal y como era el caso de la mayoría de ciudades consideradas en los estudios empíricos de mediados del siglo XX. Las funciones exponenciales decrecientes con sus gradientes de precios y densidades (García y Muñiz, 2005) ocuparon un importante acervo de la literatura empírica que luego fue recibiendo importantes aportes con la microfundamentación del modelo monocéntrico a través de los trabajos de Alonso (1964) y Wingo (1961). Los desarrollos sistemáticos posteriores dieron lugar al denominado modelo canónico urbano, en la acepción que le confiere la economía urbana contemporánea y que goza hoy en día de una larga tradición de constructos teóricos y metodológicos formalizados por Fujita (1989), Straszheim (1987), Brueckner (2011) y los trabajos de Duranton y Puga (2004).

El conjunto de modelos teóricos y las variantes empíricas que se desprenden del modelo canónico urbano, llevan a estudiar los patrones de usos del suelo y la configuración de las jerarquías espaciales reveladas en las estimaciones de las funciones renta-distancia y en la magnitud de los gradientes de densidades, precios y empleo a partir de las especificaciones funcionales que se derivan de los postulados fundamentales del modelo urbano. Así, tal y como se puede apreciar desde los desarrollos de Alonso (1964), Muth (1969) y Mills (1972), la localización residencial se fundamenta en las relaciones de compensación entre la accesibilidad

a las centralidades de empleo y de servicios, así como la demanda de espacio residencial neto por familia (Anas, Arnott y Small, 1998).

Este trabajo centra su atención en la aproximación empírica a los gradientes de densidad, de los precios y la superficie de las viviendas, los cuales se microfundamentan en la variante simplificada del modelo canónico urbano que se desarrolla en el siguiente apartado. La aplicación toma como referencia empírica a la ciudad de Saltillo, estado de Coahuila (México).

Tal y como lo señalaran Duranton y Puga (2004), la microfundamentación del modelo canónico urbano desde diferentes enfoques (aproximación marshalliana, función de gasto o la aproximación bid-rent) lleva a predecir analíticamente que cuando prevalece una estructura monocéntrica (con un distrito central que concentra las mayores proporciones del empleo), se cumple que a medida que nos alejamos de este centro, los precios de las viviendas disminuyen, aumenta la demanda de espacios residenciales netos por familia, disminuyen las densidades y caen las rentas de alquiler de los espacios urbanos, lo cual queda reflejado en las estimaciones empíricas de los gradientes de densidad, precios y superficie de las viviendas, tal y como se contrasta en este trabajo mediante la utilización de algunas técnicas de econometría espacial que permiten relajar algunos de los supuestos de ausencia de correlación espacial y estabilidad paramétrica de estos gradientes en todo el espacio urbano.

La estructura del capítulo es la siguiente: la sección 1 introduce las consideraciones teóricas y conceptuales de los postulados del modelo monocéntrico urbano básico. La sección 2 especifica la zona de estudio, los datos y los métodos que se proponen para realizar el proceso de estimación de los gradientes urbanos. La sección 3 explora los resultados obtenidos para el caso de estudio, los cuales sugieren el predominio de una estructura monocéntrica en Saltillo, que aportan evidencia del comportamiento de las densidades urbanas y los precios, en función a su distancia al centro (ver Goythia et al, 2017; Bertaud y Malpezzi, 2003, 2014; Bertaud, 2004). Finalmente, la sección 4 llama la atención de como un modelo tan altamente estilizado, incluso minimalista, logre capturar algunos aspectos importantes de la estructura urbana, apuntando al papel

fundamental del espacio en la toma de decisiones de los agentes económicos. Igualmente se dejan abiertas algunas consideraciones para futuros protocolos de investigación.

1. LA CIUDAD Y SUS GRADIENTES: CONSIDERACIONES TEÓRICAS Y LITERATURA RELACIONADA

1.1 CONSIDERACIONES CONCEPTUALES

La literatura urbana muestra un amplio acervo de trabajos que abarcan desde los estudios propios de estructura urbana con su especial énfasis en los precios del suelo, los patrones empíricos de los gradientes de densidad, precios y superficies, así como la emergencia y consolidación de estructuras policéntricas que rompen con la monotonía de las funciones decrecientes inauguradas en los trabajos de Clark (1951). La revisión detallada de este campo de investigación sobre estructura urbana se puede apreciar en los trabajos de McDonald y Bowman (1979), McMillen (1996), McDonald y McMillen (1990), Dowall y Treffeisen (1991) entre otras investigaciones que avanzan hacia la contrastación empírica de funciones *spline* más apropiadas en los casos de estructuras urbanas policéntricas (McMillen, 1996; García y Muñiz, 2005). Otro gran conglomerado de trabajos se ocupa de las contrastaciones empíricas sobre precios del suelo, gradientes de precios y efectos de la accesibilidad en las funciones precio-distancia a partir de la introducción de funciones hedónicas de precios y que no son objeto de estudio en este trabajo, pero cuya revisión se puede aproximar en los trabajos de Bender y Hwang (1985), Berry (1976), Daniels (1975), Kain y Quigley (1970) y Capron y Arellano (2010).

Así mismo, se identifica otro gran grupo de literatura teórica y empírica que parte de la denominada “nueva ciencia de las ciudades” y que encuentra sus fundamentos en teorías complejas de la ciudad, las cuales aplican teoría de fractales, dinámica de sistemas y postulados propios de la sintaxis espacial (Batty, 2013; Wilson 2000), entre otros enfoques que consideran a las centralidades como

procesos, en lugar de estados, caracterizados por las “desigualdades de atracción” de las micro localizaciones intra-urbanas (Hillier, 1999).

De manera específica, el alcance y los resultados de este trabajo se ubican en el campo de los estudios de estructura urbana, particularmente se centra en la estimación de los gradientes que se derivan de los postulados básicos del modelo monocéntrico urbano, dejando algunas consideraciones para trabajos posteriores que logren avanzar en protocolos de investigación de mayor pretensión en lo que atañe a la estructura integral de las ciudades.

La microfundamentación del modelo adoptado supone la existencia de agentes económicos racionales que maximizan su utilidad asignando sus recursos entre usos alternativos. Las empresas incorporan el suelo entre sus factores de producción y los hogares indirectamente a través de la compra de viviendas, conllevando a que ambos demanden servicios que les permitan acceder al centro urbano (Straszheim, 1987; Brueckner, Thisse, & Zenou, 1999; García-López, 2012), configurando así elecciones que llevan a la sustitución intra-urbana de factores con el uso intensivo de capital en el distrito central y de suelo a medida que nos alejamos del distrito central.

La literatura empírica ha discutido en las últimas décadas acerca de la dinámica de la estructura espacial de las ciudades, llamando la atención sobre las interacciones y los cambios de los elementos que configuran la estructura urbana. La idea de que las grandes ciudades son policéntricas aún se discute en los trabajos aplicados (McMillen, 1996; García y Muñoz, 2005), coincidiendo en algunos casos en la existencia de estructuras espaciales dinámicas (Garrocho y Flores, 2009; Garrocho y Campos, 2007; Suarez y Delgado, 2007) que ameritan toda una línea de investigación que trasciende los alcances de este trabajo. Para algunos autores (Garrocho y Campos, 2007), aunque la tendencia de las grandes ciudades es hacia estructuras policéntricas, en México sigue abierto el debate sobre si las ciudades más grandes del país efectivamente lo son y en qué medida.

1.2 MODELO URBANO

El modelo que se desarrolla a continuación constituye la base que microfundamenta la especificación de los gradientes que constituyen el núcleo de este artículo. Parte de cuatro supuestos fundamentales (*S1*,...,*S4*), los primeros tres establecen las condiciones de oferta de empleo, vivienda y transporte respectivamente, y el último especifica la estructura de preferencias de los hogares:

S1: Una aglomeración de empresas (Distrito Central de Negocios, DCN) ofrece empleos con salario w .

S2: Alrededor del DCN se ofrecen viviendas a precio r por metro cuadrado ($\$/m^2$).

S3: Las viviendas cuentan con igual acceso a un sistema de transporte al DCN, a precio c por kilómetro recorrido ($\$/km$).

S4: Los hogares alrededor del DCN son idénticos: laboran en éste y tienen preferencias dadas por una función de utilidad $U_i = U(s_i, v_i)$, donde i identifica un hogar, s_i es el tamaño de la vivienda (superficie en m^2) y v_i , el tiempo de ocio i.e. no dedicado al trabajo o al traslado al mismo (en horas por día).

Bajo las condiciones establecidas por los cuatro supuestos y en la ausencia de barreras topográficas y los supuestos regulares de espacios isotrópicos e isomórficos, se configura una ciudad monocéntrica y simétrica (Figura 1) en la que cada hogar ocupa una vivienda ubicada a una distancia euclidiana d_i (en km) del DCN, dentro un cinturón residencial (R). En equilibrio, todos los hogares alcanzan el mismo nivel de utilidad i.e. para cualquier par de hogares (i, j):

$$U(s_i, v_i) = U(s_j, v_j) \quad (1)$$

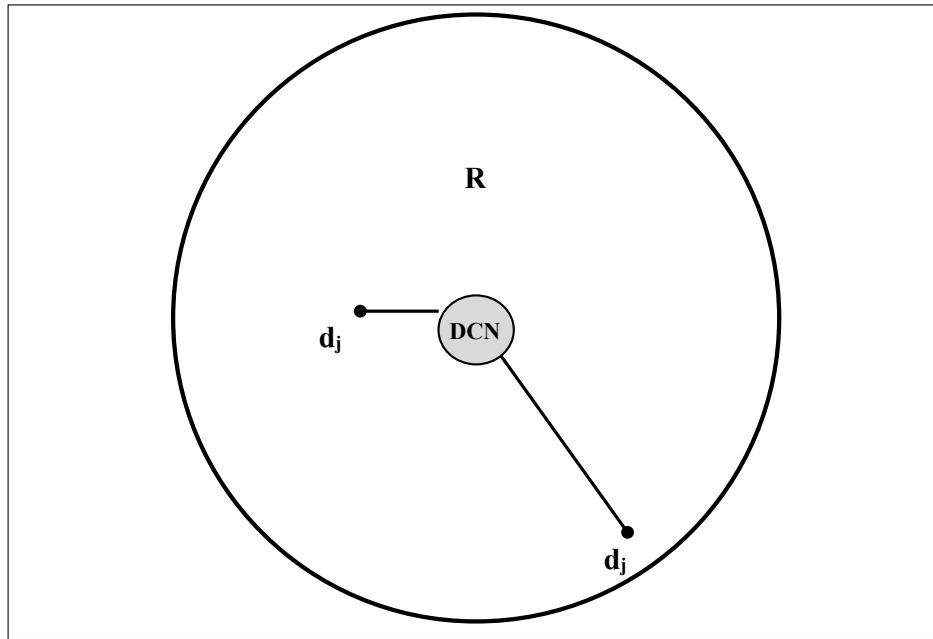
La optimización de la utilidad de los hogares está sujeta a dos restricciones. La primera consiste en el presupuesto de tiempo del hogar, donde L representa las horas dedicadas al trabajo y t_i , al traslado entre la vivienda y el trabajo (2); la segunda restricción considera que el ingreso del hogar se reparte entre el consumo de espacio s residenciales netos (vivienda) y traslado (3):

$$L + t_i + v_i = 24 \quad (2)$$

$$r_i \cdot s_i + c \cdot 2d_i = w \cdot L \quad (3)$$

Con base a lo anterior se deducen algunas características estructurales de la ciudad. Considerando dos hogares (i, j) con $d_i < d_j$ (Figura 1), por $S3$ se tiene que $t_i < t_j$ i.e. entre más céntrica la ubicación del hogar, menor el tiempo de traslado.

Figura 1. Ciudad monocéntrica.



Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta el presupuesto de tiempo (2), entonces $v_i > v_j$ i.e. el hogar más céntrico disfruta de un mayor tiempo de ocio. En consecuencia, según (1), $s_i < s_j$ i.e. el hogar más distante al *DCN* compensa su menor tiempo de ocio (mayor tiempo de traslado) con una vivienda más amplia. Este resultado lleva a la deducción formal de un gradiente en el que la superficie de las viviendas se relaciona positivamente con la distancia al *DCN*:

$$s = s(d), \quad s' > 0 \quad (4)$$

Debido a que los hogares son idénticos (igual número de integrantes, entre otros), lo anterior implica la existencia de otro gradiente de densidad poblacional (p) que indica la relación negativa con la distancia al *DCN*:

$$p = p(d), \quad p' < 0 \quad (5)$$

Finalmente, dado que $c \cdot 2d_i < c \cdot 2d_j$ (el gasto en traslado es menor para el hogar más céntrico y que se deduce de la ley de Muth del modelo canónico urbano en sus diferentes variantes) entonces $r_i \cdot s_i > r_j \cdot s_j$ (su gasto en vivienda es mayor). Ya que $s_i < s_j$ entonces $r_i > r_j$ lo que implica la existencia de un gradiente donde el precio por metro cuadrado de las viviendas se relaciona negativamente con la distancia al *DCN*:

$$r = r(d), \quad r' < 0 \quad (6)$$

De esta manera y mediante la versión simplificada del modelo canónico urbano propuesta en este apartado y que se puede ver en detalle con otras variantes en los trabajos de Brueckner (2011), Duranton y Puga (2015), se pudo ver la deducción de los gradientes de precios, densidades y de demanda de los espacios residenciales (superficie) que serán objeto de contrastación empírica. El apartado que sigue se ocupa de la estimación de estos tres gradientes urbanos con el fin de estudiar su consistencia con las predicciones analíticas del modelo urbano propuesto y su contribución para la comprensión de algunos de los aspectos relevantes de la estructura urbana de Saltillo.

2. ZONA DE ESTUDIO, DATOS Y MÉTODOS

A continuación, se describe la zona de aplicación para los ejercicios de estimación de los gradientes urbanos y los métodos utilizados.

2.1 ZONA DE ESTUDIO: LA CIUDAD DE SALTILLO

Saltillo, ciudad capital del estado de Coahuila de Zaragoza, cuenta con alrededor de 700 mil habitantes y ocupa un área de más de 160 mil km². Incluye 11,142 manzanas - la unidad básica del Marco Geoestadístico Nacional para el trabajo operativo de censos y encuestas en áreas urbanas. De este total, 9,235 son manzanas con uso habitacional, donde 142 (1.5%) se encuentran en proceso de desarrollo. Este estudio toma como unidad de análisis las 9,093 manzanas de uso habitacional desarrolladas. Para cada una de estas manzanas se calculó con base en los datos censales (número de viviendas, número de habitantes y superficie total de la manzana), el tamaño promedio de las viviendas en metros cuadrados (s) y la densidad poblacional en habitantes por 1000 metros cuadrados (p). Adicionalmente, se determinó el precio promedio por metro cuadrado de las viviendas (r) con base en las cifras de valorización usadas por el gobierno estatal para la determinación del impuesto predial, teniendo presente su papel de referencia en la determinación de los precios en el mercado de bienes raíces (Vivas et al, 2020).

La Tabla 1 presenta las estadísticas descriptivas básicas para estas tres variables, así como para la distancia (d) entre las manzanas y el centro de la ciudad. Para la determinación de la distancia (d) fue necesario definir el punto central del área de estudio. La literatura de la economía urbana propone diversas opciones para la definición del centro de una ciudad. Según Carrión (2010), si bien todas las centralidades urbanas son históricas, los distintos tipos de procedimientos para su identificación se agrupan en torno a dos elementos diferenciadores. El primer elemento diferenciador consiste en definir la centralidad como la equidistancia nacida de una relación que viene de la concentración, la intensidad y la variedad de las funciones centrales. Garrocho y Campos (2007) detallan diversos métodos y

criterios aplicables para este propósito: doble umbral, movilidad, picos, residuos positivos y la consideración de algunos ejercicios exploratorios y confirmatorios que se apoyan en los métodos propuestos por la econometría espacial. El segundo elemento diferenciador es el histórico que se refiere a la acumulación del valor de la historia, es decir la antigüedad que tiene un espacio específico de la ciudad, suponiendo que los centros históricos no pueden entenderse sino en el contexto de la totalidad urbana y de las mutuas e intervinientes relaciones sociales (Hillier, 1999; Camagni, 2005; De la Fuente, 2010; Sánchez, 2013).

Tabla 1. Superficie de las viviendas (*s*), densidad poblacional (*p*), precio (*r*) y distancia al centro (*d*), por manzana, Ciudad de Saltillo.

Variable	Mínimo	Promedio	Máximo	Desviación Est.
<i>s</i> (m ² por vivienda) *	10.2	509.5	9,947	940
<i>p</i> (habitantes por 1000 m ²) *	0.02	15.6	432.0	12
<i>r</i> (\$MXP por m ²) **	124.2	416.7	1,960	415
<i>d</i> (kilómetros)	0.1	4.5	10.2	2.08

Fuente: Elaboración propia con base a datos del Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI (*) y Tercera sección del Periódico Oficial del Poder Ejecutivo del Estado de Coahuila de Zaragoza, 2009 (**).

En México es difícil entender el comportamiento urbano desconociendo la relevancia del centro histórico que contiene valores simbólicos provenientes de las actividades políticas, económicas, culturales y sociales (Carrión, 2010). En este sentido, resulta importante aquí considerar algunos hechos acerca del desarrollo histórico de Saltillo. En el siglo XVI la ciudad estaba formada por dos poblaciones, la Villa española fundada hacia 1577 y el pueblo Tlaxcalteca fundado en 1591. El primer plano de la ciudad (data de 1835) muestra que las calles del pueblo Tlaxcalteca y de la Villa española no se unían entre ellas, pero se encontraban en crecimiento alrededor de las calles Juárez (Sur), Allende (Occidente), Hidalgo (oriente) y Aldama (Norte). Para la primera mitad del siglo XX la relevancia del centro histórico no solo gira alrededor de su contenido histórico (la antigua Plaza de la Independencia, en la actualidad conocida como la Plaza de Armas), la religión

(La Catedral), el desarrollo del sector financiero (el Banco de Coahuila), el centro político (Palacio de gobierno y Palacio municipal), cultural / social (teatro de la ciudad y Casino) y el mercado principal (Mercado Juárez), sino que permitía el acceso estratégico a los principales cuerpos de agua (la Tórtola y el de la Tortuga en la parte oriente, la Barranca en la parte poniente, Ojo del Agua en la parte Sur) al igual que generaba un camino central que conectaba a las líneas del tranvía de mulitas que recorrían Saltillo (Recio Dávila, 2017).

En la actualidad existe marcada la relevancia del centro histórico en su desarrollo urbano, de ello que siga siendo el nodo central en torno al cual se desarrollaron todo el conjunto de vialidades principales, conectando la ciudad de Norte a Sur con vialidades tales como Venustiano Carranza, Isidro López Zertuche, Antonio Cárdenas y Antonio Narro, y de Oriente a Poniente con arterias como Valdez Sánchez, Fundadores y Periférico Luis Echeverría (Figura 2). Por ello este trabajo usa este diferenciador para definir el centro como la “Antigua Presidencia Municipal de Saltillo” o el histórico “Palacio de Gobierno” con coordenadas geográficas: 25.42223, -101.00006 (Figura 2), como punto central del área urbana. Partiendo del establecimiento del punto central del área urbana se realizó el cálculo de las distancias euclidianas (en kilómetros) entre cada manzana y el centro.

Figura 2. Ciudad de Saltillo.



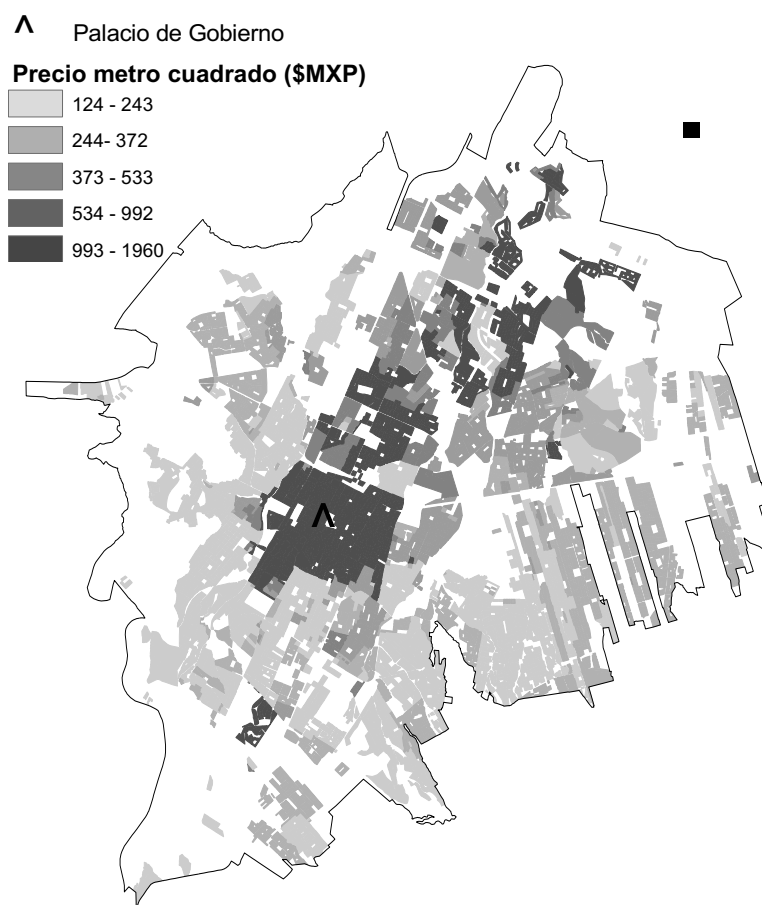
Fuente: Elaboración propia.

2.2 MÉTODOS

A diferencia de la mayoría de trabajos que especifican estructuras paramétricas de las funciones de densidad y precios, suponiendo la ausencia de autocorrelación espacial, en este trabajo se especifican algunos modelos que tienen en cuenta variaciones en el proceso generador de datos, considerando explícitamente las matrices de pesos espaciales que intentan captar los patrones de dependencia espacial en los errores o en las variables endógenas de los modelos.

Por definición un gradiente representa una estructura con respecto al espacio. En lo empírico, ello conlleva a la necesidad de considerar el efecto de la auto-correlación espacial para la estimación econométrica de un gradiente. La Figura 3 ilustra la estructura espacial del precio de la vivienda (r) en Saltillo por quintiles. Se aprecia que la variable no parece estar distribuida de manera aleatoria; por ejemplo, existe una concentración de valores altos alrededor del centro, lo cual resulta consistente con la predicción analítica que se desprende del modelo teórico urbano que deduce la condición de Muth-Alonso a partir de las funciones de gasto y la sustitución intraurbana de factores (suelo y capital) – véase Duranton y Puga (2015).

Figura 3. Precio de la vivienda por metro cuadrado (r), por quintiles (\$MXP)



Fuente: Elaboración propia.

Se toma en cuenta una matriz de contigüidad que representa las relaciones de vecindad presentes en el conjunto de observaciones. En este caso se utilizan matrices booleanas que siguen la propuesta de Moran y Geary, mediante la contigüidad de primer orden entre polígonos con el valor de uno en caso de vecindad y de cero en el otro caso (LeSage & Krivelyova, 1998). Las conceptualizaciones comunes incluyen distancia inversa, tiempo de viaje, distancia fija, vecinos K más próximos y contigüidad. En este trabajo se contemplan dos tipos de matrices de contigüidad:

1) **Continuidad del vecino más cercano (K=1)**: representa una relación de contigüidad entre manzana “ i ” y manzana “ j ” siempre que sean las más cercanas, $\forall i, j \in [1-9,093]$;

2) **Contigüidad de distancia mínima (DM)**: se define con base a la mínima distancia entre manzana “ i ” y manzana “ j ”, $\forall i, j \in [1-9,093]$ para así encontrar la distancia máxima entre las mínimas, estableciendo un radio de influencia γ , así todo polígono que toque o esté dentro del radio de influencia γ para cada una de las manzanas tomará valor de 1 y cero en los demás casos.

Ambos tipos de matrices son idóneas ya que, en los datos presentados por INEGI, las manzanas pueden ser entendidas como “islas” que no se tocan geográficamente debido a que se encuentran divididas por calles. Para ambas matrices se realiza una normalización por filas con el objeto de crear las matrices de pesos espaciales que se utilizan en este estudio.

Siguiendo Anselin (1988, 1995, 1996) y LeSage (1999), inicialmente se estiman modelos lineales por el método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) y se contrasta la presencia de dependencia espacial. Aquí para cada uno de los tres gradientes (4), (5) y (6), se corren regresiones MCO sobre tres especificaciones funcionales: lineal, semilogarítmica (semi-log) y logarítmica (log-log):

$$y = b_0 + b_1d + \varepsilon \text{ (lineal)} \quad (7)$$

$$\ln y = b_0 + b_1d + \varepsilon \text{ (semi-log)} \quad (8)$$

$$\ln y = b_0 + b_1 \ln d + \varepsilon \text{ (log-log)} \quad (9)$$

donde y representa la variable dependiente del gradiente (s , p , o r), b_0, b_1 son los coeficientes por estimar asociados al término constante y la variable de distancia d respectivamente, y ε representa el término de error.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 2 presenta los resultados de las regresiones MCO. Para los tres gradientes y las tres especificaciones funcionales, el coeficiente asociado a la variable de distancia tiene el signo esperado según el modelo teórico: entre mayor la distancia al centro, mayor la superficie de las viviendas, menor la densidad poblacional y menor el precio por metro cuadrado. A demás en todos los casos, el nivel de significancia estadística del coeficiente estimado es muy alto.

La prueba de Breusch-Pagan aporta evidencia sistemática de heterocedasticidad por ende se procede con pruebas de independencia espacial, iniciando con el I Moran Global para las tres variables de interés teniendo en cuenta los 2 tipos de matrices de pesos espaciales (Tabla 3). En todos los casos los estadísticos son significativos y positivos, lo que evidencia una dependencia espacial i.e. que las manzanas están agrupadas por medio de un proceso no aleatorio.

Anselin (1988, 1996) advierte que en los procesos espaciales se consideran diversas fuentes de especificación incorrecta, que pueden estar presentes en la dependencia espacial en forma de una omisión espacial de la variable omitida o la auto-correlación espacial en el término de error y la heterogeneidad espacial (en forma de heterocedasticidad). Por tal razón, si se ignoran las fuentes relevantes de especificación incorrecta cuando se prueba para un tipo particular, los resultados carecerán de robustez y pueden arrojar información engañosa. Esta situación ocurre en el análisis espacial cuando se prueba la auto-correlación residual espacial en presencia de heterocedasticidad, o cuando se omite una variable dependiente espacialmente rezagada.

Tabla 2. Estimación de los gradientes: s (superficie de la vivienda), p (densidad poblacional) y r (precio de la vivienda), MCO

	Lineal			Semi-Log			Log-Log		
	<i>s</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>s</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>s</i>	<i>p</i>	<i>r</i>
Constante (<i>b₀</i>)	255.7***	17.32***	684.3***	5.467***	2.691***	6.035***	5.473***	2.663***	6.279***
<i>d(b₁)</i>	55.76***	-0.368***	-58.79***	0.041***	-0.061***	-0.066***	0.125***	-0.170***	-0.396***
R ² (Adj.)	0.015	0.004	0.087	0.010	0.016	0.038	0.005	0.008	0.086
Num. obs.	9,093	9,093	9,093	9,093	9,093	9,093	9,093	9,093	9,093
F	140.3***	38.35***	862.8***	83.50***	151.4***	361.0***	47.71***	74.12***	849.3***
Breusch-Pagan test	688.6***	110.2***	3160***	449.5***	261.7***	562.6***	327.8***	199.5***	474.1***

***p < 0.001; **p < 0.01; *p < 0.05

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. Pruebas de independencia espacial

	Matriz Distancia Mínima (DM)			Matriz vecino más cercano (K=1)		
	<i>s</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>s</i>	<i>p</i>	<i>r</i>
I de Moran	2.0772***	3.0305***	7.3027***	0.3449***	0.5778***	0.9606***
LMerr	641.19***	1889.3***	5254.5***	13047***	30594***	17127***
LMlag	641.51***	1889.8***	5255.4***	12892***	30460***	15891***
RLMerr	0.2721	0.8790	0.3925	155.01***	136.36***	1236.6***
RLMlag	0.5867	1.3386	1.2276	0.0717	2.1144	0.2071
SARMA	641.78***	1890.7***	5255.8***	13047***	30596***	17127***

***p < 0.001; **p < 0.01; *p < 0.05

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de las pruebas de independencia sugieren estimar los siguientes modelos. Primero, un modelo espacial auto-regresivo mixto (SAR), que incorpora la dependencia espacial en la variable endógena. Segundo, un modelo espacial de errores (SEM) con el fin de observar si existe un proceso de dependencia espacial en los errores del modelo. Tercero, un modelo de rezago y error espacial (SARAR), que considera no sólo la dependencia espacial en la variable dependiente, sino también, que los errores provengan de un proceso auto-regresivo espacial. Los tres modelos se generan a partir de dos ecuaciones:

$$\mathbf{y} = \rho W\mathbf{y} + \mathbf{d}\beta + \mathbf{u} \quad (10)$$

$$\mathbf{u} = \theta W\mathbf{u} + \boldsymbol{\varepsilon}, \boldsymbol{\varepsilon} \sim N(0, \sigma^2) \quad (11)$$

donde $\mathbf{y}$ representa el vector dependiente del gradiente ($\mathbf{s}$, $\mathbf{p}$, o $\mathbf{r}$), $\mathbf{d}$, el vector de distancia de cada manzana al centro, W , la matriz de pesos espaciales (DM o $K=1$), y $\boldsymbol{\varepsilon}$ es el término de error. Por tanto, con $\theta = 0$ y $\rho \neq 0$ se genera el modelo SAR; con $\theta \neq 0$ y $\rho = 0$, el modelo SEM; y, con $\theta \neq 0$ y $\rho \neq 0$, el modelo SARAR. Para la estimación de los gradientes, se contemplan ambas versiones de la matriz de pesos espaciales (W) así como los tres modelos espaciales (SAR, SEM, SARAR).

Tal y como se puede observar en las estimaciones de los modelos espaciales (Tabla 4), los valores de los coeficientes de dependencia espacial (ρ y θ) resultaron estadísticamente significativos, sugiriendo así la conveniencia de los modelos propuestos. Los signos esperados corresponden a las predicciones analíticas del modelo canónico urbano, lo que aporta indicios consistentes sobre la prevalencia de una estructura monocéntrica en la ciudad de Saltillo. Los niveles de significancia estadística tienden a variar según la matriz de pesos espaciales empleada, así como la especificación del modelo de

regresión, excepto en el caso del gradiente de precios donde la significancia es sistemáticamente muy alta.

En la línea de las consideraciones de Bertaud y Malpezzi (2003, 2014), así como el trabajo de Bertaud (2004), las estimaciones de los gradientes proporcionan información valiosa acerca de la estructura urbana en la medida que aportan evidencia sobre el comportamiento de las densidades y los precios, de acuerdo con las distancias al centro.

Las mayores concentraciones del empleo en el centro, las mayores densidades y precios del suelo y del metro cuadrado construido, se han corroborado en otros trabajos realizados en América Latina, particularmente en ciudades brasileñas como Fortaleza, Sao Paulo y Río de Janeiro en los que los gradientes resultaron estadísticamente significativos hasta alcanzar unos determinados umbrales de distancias (Goythia y Sanguinetti, 2017). En los contrastes para Saltillo, los resultados sugieren todavía el predominio de una estructura monotónica que no presenta quiebres significativos que indiquen la presencia de umbrales y puntos de quiebre que indiquen el tránsito hacia estructuras policéntricas.

Los modelos empíricos de gradientes urbanos suelen presentar un bajo poder explicativo. Por ejemplo, en este trabajo el modelo con mejor ajuste captura menos del 10% de la variación encontrada en los datos (gradiente de precio, véase Tabla 3). Se ha discutido ampliamente este fenómeno en la literatura. Brueckner et al. (1999) toma el caso de la divergencia de efectos bajo un modelo monocéntrico en las ciudades norteamericanas donde los residentes de bajo ingreso viven en el núcleo urbano, y las ciudades de Europa donde el núcleo está ocupado por residentes de alto ingreso. Proponen un ajuste a sus modelos centrado en el equipamiento urbano en presencia de residentes heterogéneos que mejora el poder explicativo alrededor de 10 puntos porcentuales, debido que estos no solo realizan viajes al “central business district” (CBD), sino también a disfrutar de servicios localizados en diferentes puntos de la ciudad.

Tabla 4. Resultados, modelos de regresión espacial.

Vector Dependiente	s (metros cuadrados por vivienda)					
Matriz contigüidad	K=1			Distancia Mínima		
Modelo Espacial	SAR	SEM	SARAR	SAR	SEM	SARAR
Constante	50.18*	338.2***	12.28	203.5***	284.2***	239.9
d (β)	12.37**	54.10**	4.43*	41.28***	57.26***	48.61
ρ	0.82***		0.96***	0.28***		0.15
θ		0.82***	-0.98***		0.28***	0.15
Log Likelihood	-74247	-74246	-740977	-74634	-74634	-74605
AIC (Linear model)	150182	150182	150182	150183	150183	150183
AIC (Spatial model)	148502	148501	148204	149275	149276	149220
LR test: statistic	1682	1683	1982	909.2	909.1	966.7
LR test: p-value	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Vector Dependiente	p (población por 1000 metros cuadrados)					
Matriz contigüidad	K=1			Distancia Mínima		
Modelo Espacial	SAR	SEM	SARAR	SAR	SEM	SARAR
Constante	1.213***	15.832***	10.751***	9.396***	16.294***	12.544
d (β)	-0.044	-0.601*	-0.43	-0.187***	-0.318***	-0.25
ρ	0.923***		0.378**	0.425***		0.235
θ		0.923***	0.839***		0.425***	0.234
Log Likelihood	-33708	-33706	-33697	-34029	-34029	-33981
AIC (Linear model)	70654	70654	70654	70654	70654	70654
AIC (Spatial model)	67424	67420	67404	68066	68067	67972
LR test: statistic	3232	3236	3254	2590.2	2589.7	2686.3
LR test: p-value	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Vector Dependiente	r (precio por metro cuadrado)					
Matriz contigüidad	K=1			Distancia Mínima		
Modelo Espacial	SAR	SEM	SARAR	SAR	SEM	SARAR
Constante	25.82***	1096***	208.1***	123.0***	672.0***	188.2***
d (β)	-4.15***	-37.22***	-28.00***	-11.29***	-53.23***	-17.10***
ρ	0.99***		0.84***	0.83***		0.74***
θ		0.99***	0.89***		0.83***	0.29***
Log Likelihood	-60737	-60729	-60449	-59310	-59349	-59188
AIC (Linear model)	134630	134630	134630	134630	134630	134630
AIC (Spatial model)	121482	121465	120908	118628	118706	118386
LR test: statistic	13150	13167	13726	16003.7	15925.8	16248.5
LR test: p-value	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

***p < 0.001; **p < 0.01; *p < 0.05

Fuente: Elaboración propia.

Dependiendo de los supuestos hechos en relación con la demanda de tierras, muchas configuraciones de equilibrio son posibles. Cuando la fuerza que ejerce en el modelo la localización de los servicios centrales es lo suficientemente fuerte y la demanda de suelo no es demasiado elástica al ingreso, un tipo de equilibrio es posible, con los residentes de alto ingreso situados en el núcleo. Sin embargo, cuando la demanda de suelo no es muy inelástica, los servicios periféricos pueden inducir residentes de alto ingreso localizados en los suburbios (Burchfield et al., 2006; Brueckner y Rosenthal, 2009; Glaeser et al., 2008; Kopecky y Suen, 2010; Lee y Lin, 2018). Brueckner et al. (1999), incorpora en su análisis la endogenización de comodidades, que se pueden dar de forma natural en las áreas que concentran las poblaciones de mayores ingresos, permitiendo equilibrios múltiples, ya que, por ejemplo, estos pueden vivir en el núcleo y generar las condiciones del entorno adecuadas evitando desplazamientos. Incluso suponiendo una ciudad con un único centro, la ubicación de los comercios al por menor (tiendas locales), los sitios de entretenimiento y esparcimiento familiar como por ejemplo plazas comerciales, la familia y amigos, es probable que sea determinante para las decisiones de ubicación (Anas y Moses, 1979. Baum-Snow, 2007, 2014. Glaeser E y Kahn M, 2004).

Los modelos espaciales estimados en este trabajo efectivamente aportan evidencia sobre la consistencia empírica de los gradientes estimados con los resultados que sugiere el modelo canónico urbano. Resultados que es necesario interpretar con cuidado hasta que no se pueda contar con información comparada de diferentes cortes transversales o períodos relativamente largos en los que se pueda constatar la estabilidad de las relaciones monotónicas planteadas en estas estimaciones preliminares.

Aunque las estimaciones de los gradientes de densidades, precios y superficies constituyen el núcleo de esta investigación y los resultados fueron consistentes con las hipótesis inicialmente planteadas a la luz del modelo estándar de la economía urbana, también es necesario reconocer que una

investigación que abarque varios periodos convenientemente separados en el tiempo, aportaría mayor robustez a los hallazgos obtenidos.

Algunas investigaciones realizadas en ciudades de América Latina, particularmente para Sao Paula y Río de Janeiro, muestran que al comparar las estimaciones de los gradientes (densidad y empleo) en dos censos de población (Goythia y Sanguinetti, 2017) es posible detectar cambios sustanciales en la configuración de los espacios urbanos y, particularmente, en la desconcentración del empleo. Ese es el caso de ciudades como Cali, Colombia (Ipia y Vivas, 2017) en la que se aprecia un tránsito suave y parsimonioso hacia el policentrismo en la concentración de las ocupaciones, pero que todavía no logra romper con las estructuras mononucleares alrededor de un centro histórico.

CONCLUSIONES

De acuerdo con los derroteros trazados en esta investigación, la atención y el aporte a la literatura empírica se centró en la estimación de los gradientes de densidad, precios y la superficie de las viviendas (demanda de espacio residencial por familia) para la ciudad de Saltillo. En concordancia con el modelo canónico urbano y las predicciones analíticas que se desprenden de su construcción, en este trabajo se formuló una variante simplificada del modelo en el que se pudo apreciar de manera detallada el proceso de deducción de los gradientes y las hipótesis subyacentes al modelo. La microfundamentación siguió de cerca la estructura de los modelos estándar inaugurados por la tradición neoclásica de la economía urbana desde mediados del siglo XX con algunas variantes para su estimación.

A diferencia de las estimaciones convencionales de los gradientes, en este artículo se considera de manera explícita la presencia de dependencia espacial y se exploran algunas alternativas de modelamiento que tiene en cuenta patrones de correlación espacial en las variables endógenas y en los errores.

Los modelos espaciales finalmente estimados aportaron evidencia sobre la consistencia empírica de los gradientes estimados, lo cual sugiere que, a pesar de la estructura minimalista de estos modelos, aun enseñan propiedades importantes de la configuración urbana que resulta relevante para ciudades como Saltillo y otras ciudades de tamaño medio y pequeño en México y en América Latina.

Los resultados de las estimaciones para Saltillo sugieren que las estructuras monotónicas de la ciudad en sus gradientes (precios, densidades y superficie) aún no presentan quiebres o puntos de ruptura en la concentración de actividades y en la descentralización absoluta del empleo. Los hallazgos son sugerentes, pero estáticos y esto constituye la principal debilidad del trabajo. A su vez se muestra la necesidad de fortalecer líneas de investigación que profundicen en modelos comparativos de mediano y largo plazo que permitan detectar si se están presentando cambios sustanciales en la configuración urbana, lo cual se podría lograr en futuros trabajos que contrasten la estabilidad estructural de los hallazgos aportados por este ejercicio empírico.

REFERENCIAS

- Alonso, William. (1964). Location and Land Use. Toward a General Theory of Land Rent. Harvard University Press, Cambridge, MA. Vol 8, pp 201.
- Anas, A., Arnott, R., & Small, K. (1998). Urban spatial structure. Journal of Economic Literature. Vol 36, pp 1426-1464.
- Anas, Alex & Moses, Leon. (1979). Mode choice, transport structure and urban land use. Journal of Urban Economics. Vol 6, pp 228-246.
- Anselin, L. (1988). A Typology of Spatial Econometric Models. Spatial econometrics: methods and models. Dordrecht: Kluwer. Cap 3, pp 32-40.
- Anselin, L. (1995). Local Indicators of Spatial Association-LISA. Geographical Analysis, vol. 27, pp. 93-115.

- Anselin, L. (1996). Simple diagnostic tests for spatial dependence. *Regional Science and Urban Economics*, Vol 26, pp 77-104.
- Batty, M. (2013). *The new science of cities*. MIT press. Hardcover ISBN: 9780262019521. pp 520.
- Baum-Snow, N. (2007). Suburbanization and transportation in the monocentric model. *Journal Urban Econ.* Vol 62, pp 405-423.
- Baum-Snow, N. (2014). *Urban Transport Expansions, Employment Decentralization, and the Spatial Scope of Agglomeration Economies*. Processed, Brown University. pp 1 -59.
- Bender, B., & Hwang, H. S. (1985). Hedonic housing price indices and secondary employment centers. *Journal of Urban Economics*, 17(1), pp 90-107.
- Berry, B. J. (1976). Ghetto expansion and single-family housing prices: Chicago, 1968-1972. *Journal of urban Economics*, 3(4), pp 397-423.
- Bertaud, A. (2004). *The Spatial Organization of Cities: Deliberate Outcome or Unforeseen Consequence?* UC Berkeley: Institute of Urban and Regional Development. Retrieved from <https://escholarship.org/uc/item/5vb4w9wb> . pp 1 - 30.
- Bertaud, A., & Malpezzi, S. (2003). The spatial distribution of population in 48 world cities: Implications for economies in transition. *Center for urban land economics research, University of Wisconsin*, 32(1), pp 54-55.
- Bertaud, A., & Malpezzi, S. (2014). *The spatial distribution of population in 35 world cities: the role of markets, planning. and topography, 1999*.(Mimeo) pp 1 -16.
- Brueckner, J. K. (2011). *Lectures on urban economics*. MIT press. 9780262016360: Brueckner pp 296.
- Brueckner, J., & Rosenthal, S. (2009). Gentrification and neighborhood cycles: will America's future downtowns be rich? *Rev. Econ. Stat.* Vol 91 (4), pp 725-743.

- Brueckner, J., Thisse, J., & Zenou, Y. (1999). Why is central Paris rich and downtown detroit poor? An amenity-based theory. *European Econom. Rev*, Vol. 43, pp 91-107.
- Burchfield, M., Overman, H., Puga, D., & Turner, M. (2006). Causes of sprawl: a portrait from space. *Q. J. Econ.* Vol 121, pp 587-633.
- Burguess, Ernest (1926). *The Growth of a City: An Introduction to a Research Project. The Urban Community.* Chicago. pp 35-41.
- Camagni, Roberto. (2005). *Economía Urbana.* Barcelona, España: Antoni Bosch Editor, pp 332.
- Capron, G., & González Arellano, S. (2010). Movilidad residencial de los adultos mayores y trayectorias de vida familiares en la ZMVM. *Alteridades*, 20(39), pp 67-78.
- Carrión Mena, Fernando. (2010). El laberinto de las centralidades históricas en América Latina. El centro histórico como objeto del deseo. Ministerio de Cultura del Ecuador. pp. 239-245.
- Clark, Colin (1951). Urban Population Densities. *Journal of the Royal Statistical Society*, vol. CXIV, No. 4, pp. 490-496.
- Daniels, C. (1975). The influence of racial segregation on housing prices. *Journal of Urban Economics*, 2(2), pp 105-122.
- De la Fuente, Samuel. (2010). Influencia de la forma urbana en la movilidad: un análisis empírico para las áreas urbanas de Madrid y Barcelona. Departamento de Economía Aplicada de la Universidad Autónoma de Barcelona. Pp 292.
- Dowall, D. E. y Treffeisen, P. A. (1991). Spatial transformation in cities of the developing world: Multinucleation and land-capital substitution in Bogota, Colombia. *Regional Science and Urban Economics*, 21(2), pp 201-224.
- Duranton, G., Puga, D. (2015). Urban land use. In *Handbook of regional and urban economics*, Vol. 5, pp. 467-560.

- Duranton, G., y Puga, D. (2004). Micro-foundations of urban agglomeration economies. In Handbook of regional and urban economics. Elsevier. Vol. 4, pp. 2063-2117.
- Fujita, M. (1989). Urban economic theory: land use and city size. Cambridge university press. Pp 366.
- García Miguel Ángel y Muñiz Ivan (2005). " Descentralización del empleo: ¿compactación policéntrica o dispersión? El caso de la región metropolitana de Barcelona 1986-1996 ", Working Papers wpdea0506, Departamento de Economía Aplicada de la Universitat Autònoma de Barcelona. pp 1- 33.
- García-López, M. (2012). Urban Spatial structure, suburbanization and transportation in Barcelona. Journal of Urban Economics. Vol 72, pp 176-190.
- Garrocho, Carlos; Campos-Alanís, Juan, (2007), La estructura policéntrica del empleo en el Área Metropolitana de Toluca, 1994-2004, Papeles de Población, Año 13 No. 52, pp 109-136.
- Garrocho, Carlos; Flores, Zochilt, (2009), Delimitación del centro tradicional de comercio y servicios de la Zona Metropolitana de Toluca, Papeles de Población, Vol. 15, Núm. 61, pp. 233-274.
- Glaeser, Edward L. & Kahn, Matthew E., (2004). "Sprawl and urban growth," Handbook of Regional and Urban Economics, in: J. V. Henderson & J. F. Thisse (ed.), Handbook of Regional and Urban Economics, edition 1, volume 4, chapter 56, pp 2481-2527.
- Glaeser, Edward., Kahn, Matthew., & Rappaport, J. (2008). Why do the poor live in cities? The role of public transportation. Journal of Urban Econ. Vol 63, pp 1-24.
- Goytia, C., Sanguinetti; Daude, C., Fajardo, G., Brassiolo, P., Estrada, R., , P., & Vargas, J. (2017). RED 2017. Crecimiento urbano y acceso a oportunidades: un desafío para América Latina. CAF. pp 292.
- Hillier, B. (1999). Centrality as a process: accounting for attraction inequalities in deformed grids. URBAN DESIGN International, 4(3-4), pp 107-127.

- Hoyt, H. (1939). The Structure and Growth of Residential Neighborhood in American Cities. Washington, D.C. Federal Housing Administration. pp 185.
- Ipia, J. & Vivas, H. (2017). Precios del suelo, segregación residencial y distribución del empleo: un estudio aplicado para la ciudad de Cali. *Sociedad y Economía*, (33), pp 11-32.
- Kain, J. F., & Quigley, J. M. (1970). Measuring the value of housing quality. *Journal of the American statistical association*, 65(330), pp 532-548.
- Kopecky, Karen., & Suen, Richard. (2010). A quantitative analysis of suburbanization and the diffusion of the automobile. *International Economic Review*, Department of Economics, University of Pennsylvania and Osaka University Institute of Social and Economic Research Association, vol. 51(4), pp 1003-1037.
- Lee, Sanghoon., & Lin, J effrey. (2018). Natural Amenities, Neighborhood Dynamics, and Persistence in the Spatial Distribution of Income. *Review of Economic Studies*, Oxford University Press, vol. 85(1), pp 663-694.
- Lesage, James. (1999). The Theory and Practice of Spatial Econometrics. University of Toledo, Ohio. Vol 28, Issue 11. pp284.
- LeSage, James., & Krivelyova, Anna. (1998). A Spatial Prior for Bayesian Vector Autoregressive Models. *Papers in Regional Science*, Vol 39, Issue 2, pp 297-317.
- McDonald, J. F. y Bowman, H. W. (1979). Land value functions: A reevaluation. *Journal of Urban Economics*, 6(1), pp 25-41
- McDonald, J. F., y McMillen, D. P. (1990). Employment Subcenters and Land Values in a Polycentric Urban Area: The Case of Chicago. *Environment and Planning A: Economy and Space*, 22(12), pp 1561-1574.
- McMillen, D. P. (1996). One hundred fifty years of land values in Chicago: A nonparametric approach. *Journal of Urban Economics*, 40(1), pp 100-124.

- Mills, Edwin. (1972). *Studies in the Structure of the Urban Economy*. Baltimore: John Hopkins Press; First Edition. pp 151.
- Muth, R. F. (1969). *Cities and Housing: the Spatial Pattern of Urban Residential Land Use*. Chicago, IL: The University of Chicago Press. pp 343-346
- Recio Dávila Carlos (2017). *Espacios geográficos, urbanos, públicos y de tránsito de Saltillo. Siglos XVI al XX*. Universidad Autónoma de Coahuila. Coordinación editorial: Quintanilla Ediciones. Diseño editorial: César Augusto Rosas Rodríguez. Fotografía de portada: Sergio Recio Flores, 1967. pp 544.
- Sánchez Trujillo, V. (2013). *Policentrismo morfológico y funcional. Una perspectiva mexicana*. Fecha de consulta 30 de septiembre de (2020). Recuperado de: www.uab.cat/departamento-de-economía-aplicada. Pp 1- 35.
- Straszheim, M. (1987). The theory of urban residential location, in: E.S. Mills (Ed.). *Handbook of Regional and Urban Economics*, Vol. 2, Elsevier Science Publishers BV, Amsterdam, 1987, pp. 717-757.
- Suarez, Manuel & Delgado, J. (2007). *Estructura y eficiencia urbanas. Accesibilidad a empleos, localización residencial e ingreso en la ZMCM 1990-2000*. *Economía, Sociedad y Territorio*. 6. pp 693-724.
- Vivas-Pacheco, H., Ipiá-Astudillo, J. y Rodríguez-Mariaca, D. (2020). Precios del suelo y accesibilidad a las centralidades de empleo en Cali: análisis exploratorio con información 2015-2017. *Estudios Gerenciales*, Vol 36(155), pp 141-155.
- Wilson, Alan (2000) *Complex spatial systems: the modelling foundations of urban and regional analysis*. Harlow. Prentice Hall. pp 174.
- Wingo, L. (1961). An economic model of the utilization of urban land for residential purposes. In *Papers of the Regional Science Association*. Springer-Verlag. Vol. 7, No. 1, pp. 191-205.

COMPARACIÓN ENTRE LA CULTURA Y LOS INCENTIVOS
ECONÓMICOS PARA MODIFICAR LA CONDUCTA DEL RECICLAJE: UN
ENFOQUE DESDE LA ECONOMÍA EXPERIMENTAL EN MAZATLÁN,
SINALOA

COMPARISON BETWEEN CULTURE AND ECONOMIC INCENTIVES
FOR MODIFYING RECYCLING BEHAVIOR: AN APPROACH FROM THE
EXPERIMENTAL ECONOMY IN MAZATLÁN, SINALOA

NAÍM MANRÍQUEZ GARCÍA *

LABORATORIO DE POLÍTICAS PÚBLICAS Y DEL DESARROLLO DE
MAZATLÁN A.C.

EUNICE MURÚA FIGUEROA †

CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN ALIMENTACIÓN Y DESARROLLO A.C.

FELIPE LARA LÓPEZ ‡§

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA

* Maestro (Generación 2012-2014) y Doctor en Economía Regional por el Centro de Investigaciones Socioeconómicas de la Universidad Autónoma de Coahuila. Miembro de la Asociación Internacional de Economía Pública Local y del Sistema Nacional de Investigadores nivel candidato. Líneas de investigación: economía conductual, economía urbana y desarrollo regional. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6931-3705>. Correo: naim.manriquez@gmail.com

† Maestra en Educación Ambiental por la Universidad Pedagógica del Estado de Sinaloa. Responsable y colaboradora de cursos del programa de posgrado en manejo ambiental. Coordinadora regional (sur) de la Red de Educadores Ambientales de Sinaloa, miembro de la Children and Nature Network y de la North American Association for Environmental Education. Líneas de Investigación: Educación ambiental, diversidad de ecosistemas. Economía de recursos naturales y medio ambiente. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0081-2706>. Correo: emurua@ciad.mx

‡ Profesor- investigador en la Facultad de Ciencias Sociales de la UAS en la Ciudad de Mazatlán, Sinaloa. Licenciado en Economía por la Universidad Autónoma de Sinaloa. Maestro en Políticas Públicas por la Universidad Autónoma de Sinaloa. Doctor en Gestión de las Organizaciones por la Universidad Juárez del Estado de Durango. Líneas de investigación son: Impuestos locales, Políticas públicas y Desarrollo Regional. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9871-2190>. Correo: felipe.lara@hotmail.com

§ La elaboración de esta investigación fue posible gracias a la colaboración activa de los vecinos de Real Pacífico que estuvieron cada semana separando sus residuos para su posterior traslado a Mazatlán Recicla, dicha empresa compra material reciclable. El dinero que se recibía se utilizó para los incentivos económicos, mientras que los talleres fueron gracias a voluntarios y educadores ambientales.

Resumen: El presente estudio tiene como objetivo principal estudiar el comportamiento de los individuos hacia conductas pro reciclaje y separado de residuos, esto bajo un enfoque de economía experimental. La importancia de este estudio radica en examinar posibles propuestas de política pública que fomenten acciones para mejorar el medio ambiente en la comunidad, creándose mejores hábitos en las personas. Para esto, se realiza un experimento de campo, donde diferentes hogares son invitados a participar de un programa de reciclaje y separado de residuos. Para dicho estudio se realiza una técnica de diferencias en diferencias, esta técnica consiste en medir el efecto que tiene una intervención sobre un grupo de tratamiento respecto a un grupo de comparación que no tiene la intervención. Entre los hallazgos principales se encuentra que los hogares que recibieron una intervención de educación ambiental aumentaron su tasa de reciclaje frente a quienes no tuvieron dicha intervención. Así mismo, los hogares cuyo jefe de familia tenía estudios universitarios, su tasa de reciclaje era mayor que la media.

Palabras clave: reciclaje, economía cuasi-experimental, ciencia del comportamiento.

Código JEL: C01, C52, C93, Q56.

Abstract: The present study has as its main objective to study the behavior of the individuals towards pro-recycling behaviors and waste separation, this under an experimental economics approach. The importance of this study lies in examining possible public policy proposals that encourage actions to improve the environment in the community, making habits in the people. For this, a field experiment is conducted, where different households are invited to participate into a recycling and waste separation program. For this study, a differences-in-differences technique is performed, it consists in measuring the effect that an intervention has on a treatment group relative to a comparison group that does not have the intervention. Among the main findings are that the households that received an environmental education intervention increased their recycling rate compared to those who did not have such intervention. Likewise, households whose head of family had university education, had a higher recycling rate than the average.

Key words: recycling, experimental economy, behavioral science.

JEL Code: C01, C52, C93, Q56.

INTRODUCCIÓN

La gestión de residuos es una actividad que, de no llevarse a cabo adecuadamente, representa un problema que afecta a las personas. Usualmente, las personas y los gobiernos toman decisiones sobre la gestión de residuos que a su vez pueden afectar la salud, la productividad y el bienestar de las sociedades. Los desechos mal gestionados están contaminando los océanos del mundo, obstruyendo los desagües y causando graves inundaciones, transmitiendo enfermedades, aumentando los problemas respiratorios a través de las partículas en el aire por la quema de desechos, dañando a los animales que consumen desechos sin saberlo y afectando el desarrollo económico (Hoorneweg y Bhada-Tata, 2012; PNUMA 2015). Los residuos no gestionados y mal gestionados requieren una acción urgente en todos los niveles de la sociedad.

Por otro lado, el aumento poblacional y el crecimiento económico de los países, ocasionan una mayor demanda de bienes y servicios a escala global, lo cual provoca el uso intensivo de recursos naturales necesarios para estos procesos productivos, siendo esta combinación de factores la causa del aumento de las emisiones mundiales de contaminantes. Es en ese sentido se requieren acciones concretas para regular y controlar la contaminación. Actualmente, existen impuestos correctivos para reducir la contaminación, los llamados “impuestos pigouvianos”, es decir, que sirven para corregir externalidades negativas, particularmente, en estos impuestos los agentes económicos asumen el costo por contaminar.

Muchos países han adoptado estos impuestos como forma de solucionar las externalidades, un ejemplo es la introducción impuestos sobre los envases de plástico no reutilizables, así como otras medidas fiscales, estos impuestos reflejan la preocupación por la incidencia ambiental del plástico, en general, y de los envases fabricados con este material. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos que se han hecho por reducir dichas externalidades, los números siguen siendo alarmantes.

Según datos del Banco Mundial (2018) se espera que los actuales 1,300 millones de toneladas de residuos anuales aumenten a 2,612 millones de toneladas para 2030. Así mismo, el crecimiento de la generación de residuos es una tendencia global para los países de ingresos bajos y medios. Los sistemas de gestión de residuos en estos países están luchando contra la falta de capacidad para abordar el problema.

Las preocupaciones sobre la contaminación, por un lado, y la cantidad de residuos producidos, por otro, exigen acciones encaminadas a prevenir la generación de residuos y promover la reutilización y el reciclaje. En cuanto al reciclaje este es un componente estratégico de la eficiencia de los recursos, que actúa para recuperar materiales y reinsertarlos en la economía, creando hasta nuevos mercados de productos reciclados (OCDE 2015).

Algunos autores han encontrado que un factor determinante en la conducta pro-reciclaje y cuidado ambiental es la educación (Chow & Cheung, 2017; Nguyen, 2017; Nguyen & Hung, 2018). Particularmente, Nguyen (2017) encontró que individuos con mayores niveles de educación y que en algún momento de su vida tuvieron problemas de contaminación en su comunidad, influye significativamente en las conductas pro-reciclaje.

Otros autores (Abila & Kantola, 2019; Mak, *et al.*, 2021) han encontrado que un factor promotor del reciclaje es a través de los instrumentos económicos, respecto a estos, existen diferentes escalas de intervención, algunos actúan mediante impuestos ambientales, leyes, reglamentos, incentivos (buscan directamente recompensar el comportamiento deseado más que penalizar el comportamiento que se desea desalentar) y sanciones (trasladando el costo por las externalidades a los agentes). Abila y Kantola (2019) por ejemplo, encuentran que los incentivos financieros son importantes para acelerar la separación de residuos desde el origen y el reciclaje de estos.

En particular, con este artículo se busca analizar la conducta pro-reciclaje, es decir, a través de incentivos económicos y programas de

educación ambiental. Para ello se realiza un cuasi experimento con hogares en Mazatlán, Sinaloa. Entre las hipótesis planeadas en este estudio están:

Hipótesis 1: La educación esta correlacionada positivamente con actitudes hacia la segregación de residuos y reciclaje.

Hipótesis 2: Los incentivos económicos y la educación ambiental aumentan en mayor proporción la tasa de reciclaje.

Finalmente, se busca comparar la significancia estadística sobre si los incentivos tienen mayor relevancia que la educación o son dos efectos de la misma magnitud.

1. JUSTIFICACIÓN

Actualmente, alrededor del 40% de la población mundial vive a menos de 100 kilómetros de la costa. Esto ha aumentado a su vez las presiones sobre los ecosistemas costeros. Entre las presiones más importantes se encuentran la alteración del hábitat, el cambio en la cobertura terrestre y las cargas contaminantes. Estas presiones pueden conducir a la pérdida de biodiversidad, amenaza para la salud humana, agua contaminada. En ese sentido, resulta importante y urgente promover proyectos destinados al manejo de los residuos sólidos y acciones que permitan el reciclaje; se estima que el promedio nacional per cápita de generación de residuos sólidos es de 1.16 kg/hab/día en México (Banco Mundial, 2018).

En la ciudad de Mazatlán, específicamente en la zona urbana el manejo de residuos se realiza sin separar el tipo de residuos ya sea orgánico, papel y cartón, vidrio, plástico, húmedos o secos, a pesar de que la municipalidad ha hecho esfuerzos en ciertas zonas por generar la infraestructura para la segregación. Por lo que se hace necesario promover una actividad que ayude a mitigar el problema de la basura, al mismo tiempo ofrecer un beneficio social.

Por lo cual este estudio trata de resaltar la importancia de la educación ambiental en cuestión de gestión de residuos ya que previo a establecer políticas y realizar esfuerzos en infraestructura se debe promover y educar

acerca de los beneficios que la correcta gestión de residuos brindará en la ciudad. Además, el tema de los incentivos económicos puede acelerar el proceso para que las personas tomen conciencia ambiental.

1.1 CONTEXTUALIZACIÓN DE LA GESTIÓN AMBIENTAL.

En la presente investigación se entiende por reciclaje a la recolección y procesamiento de materiales para transformarlos y puedan volver a utilizarse (Aguilar-Rojas & Iza, 2009). Esta actividad reporta múltiples beneficios donde destacan la reducción de residuos que terminan en vertederos o siendo incinerados, conservación de recursos naturales, el ahorro de energía reduce la emisión de gases que afectan el calentamiento global.

Dado que uno de los objetivos es entender el comportamiento hacia el reciclaje, y más específicamente responder a las preguntas: ¿Cuáles son los factores que incentivan a las personas a tener una conducta pro-reciclaje? ¿Cómo influye en la conducta el uso de incentivos? ¿Qué factor juega la educación ambiental en el reciclaje?

En vistas a indagar las interrogantes antes mencionadas, el siguiente apartado recoge una revisión teórica-empírica de lo que han encontrado diversos autores en los ámbitos nacional e internacional.

Asimismo, se debe destacar la importancia de las ciencias del comportamiento (Rapoport, Rojas & Scartascini, 2020) ya que a través de estas se pueden formular políticas públicas las cuales en caso de estar diseñadas correctamente pueden brindar soluciones simples y costo efectivas para problemas como el de la gestión de residuos.

2. DETERMINANTES DE LA CONDUCTA PRO-RECICLAJE

2.1 EDUCACIÓN Y NORMAS SOCIALES

En cuanto al estudio de los determinantes de conductas pro-reciclaje y separado de residuos, varios autores han encontrado que entre los motivos

principales para que un individuo adopte este tipo de conductas son en primera instancia la educación, normas morales y experiencias pasadas (Crocata *et al.*, 2015; Chu *et al.*, 2017; Harring *et al.*, 2019; Kirakozian, 2015; Nguyen *et al.*, 2017; Okeyale, 2017).

En el caso de Nguyen *et al.*, (2017) buscan proporcionar evidencia acerca de los factores que afectan al reciclaje doméstico y ampliar el conocimiento sobre el comportamiento sostenible en los países emergentes. Para evidenciar dichos factores se utiliza una encuesta semiestructurada y grupos focales en comunidades vietnamitas relacionando temas como creencias, actitudes, motivaciones y barreras asociadas a las actividades de reciclaje. De acuerdo con los resultados estos autores encontraron que las normas sociales estaban significativamente correlacionadas con el comportamiento pro-ambiental.

En otro estudio, Crociata *et al.*, (2015) confirmó que el nivel educativo juega un papel importante y que los graduados o personas que cuentan con un posgrado aumentan la probabilidad de reciclar. Algo similar ocurre en un estudio en China (Chu *et al.*, 2017) los resultados muestran que el nivel educativo se correlaciona positivamente con el reciclaje, al igual que dan fuertes pruebas de que tener un grado de educación adicional aumenta la probabilidad de reciclaje en los hogares.

Al Mamun *et al.*, 2018, indagaron el efecto de diferentes variables sobre la intención y el comportamiento de reciclaje en 500 hogares de bajos ingresos en 36 distritos costeros de 10 estados de Malasia Peninsular en donde encontraron que la eco-alfabetización tiene un efecto positivo en la actitud hacia consumir productos respetuosos/sustentables con el medio ambiente, igualmente se encontró que la alfabetización ecológica, la preocupación por el medio ambiente y la autoeficacia tenían una relevancia predictiva media para la actitud hacia el reciclaje de residuos.

También, aquellas personas que tienen un nivel de escolaridad más alto como estudiantes de posgrado o especialidad, suelen ser los más insatisfechos con la mala gestión de residuos, en contraste a aquellos que sólo han terminado la preparatoria. (Paraskevas *et al.*, 2019).

En cambio, en otro estudio realizado a estudiantes universitarios (Aguilar-Luzón, *et al.*, 2005) se destacó que la norma moral influye en la explicación de las conductas ecológicas responsables, así como la influencia, aunque moderada, de los valores como guías de estas conductas ya que estas funcionan como predictor significativo de la intención de separar el vidrio del resto de la basura con el fin de que se recicle.

Algo similar ocurre con el estudio de Kirakozian (2015) en donde se menciona que las preferencias ambientales de los hogares son determinantes importantes y afectan (positiva o negativamente) al reciclaje, sin embargo, puede ser negativo si la norma social de esa región es de no reciclar.

Se debe agregar que otros autores, entre ellos (Nguyen, Lobo, & Dao, 2017) comprobaron que las normas sociales subjetivas se asocian positivamente con el comportamiento de reciclaje, por consiguiente, entre más positiva sea la actitud del individuo, más reciclará, al igual entre más información tenga sobre el tema tendrá más participación. (Franco & Huerta, 1996).

También es cierto que aquellas personas que se dedican al reciclaje doméstico principalmente lo realizan porque creen que ese comportamiento contribuye a la protección del medio ambiente, pero, por otra parte, las personas que creen que no tienen suficiente espacio para almacenar materiales reciclables y que el reciclaje de los desechos domésticos es inconveniente eran menos propensos a reciclar (Nguyen, Lobo & Dao, 2017) por lo que se puede mencionar que cuanto más pequeña sea la cocina o el espacio, menor será la participación (Franco, & Huerta, 1996).

2.2 INCENTIVOS ECONÓMICOS Y FINANCIEROS

En un estudio realizado en Sudáfrica con el objetivo de determinar los factores que influyen en el comportamiento de separación/reciclaje de residuos (Oyekale, 2017) se destacó que 50.83% de los encuestados de las zonas rurales indicaron que la inexistencia de servicios de reciclado era la razón para no

reciclar, sin embargo se halló que la probabilidad de separar los desechos para su reciclado aumenta a medida que hay algún incentivo financiero, de igual manera, se notó que los hogares que estaban dispuestos a recibir un pago por el reciclaje tenían mayores probabilidades de separar/recoger los desechos para su reciclaje.

Por su parte, Innes y Yang (2007) estudiaron la segregación y reciclaje de residuos en Taiwán, dichos autores estimaron los efectos de políticas sobre el reciclaje de cuatro materiales específicos (plástico, vidrio, metal y papel) en dos localidades: Taipei y Kaohsiung, una de las políticas era obligar a negocios a pagar una tasa por el volumen de su basura, con ello se animaba a que las personas generen menores desechos posibles. Dicha intervención tuvo un efecto positivo estadísticamente significativo en los volúmenes de reciclaje de los cuatro materiales.

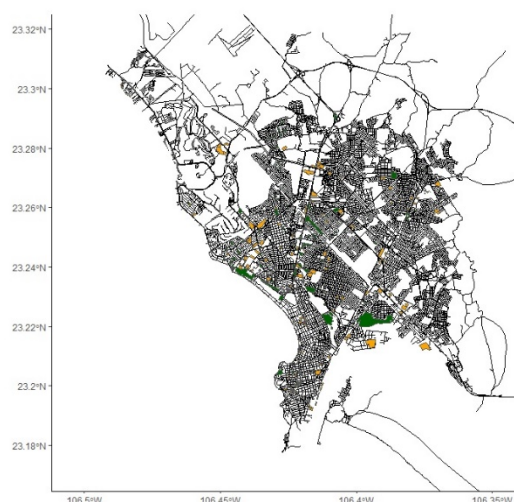
En contraste, la presencia o ausencia de incentivos económicos es un factor importante para determinar la adopción del reciclaje, si los actores se enfrentan a costos o ganancias, el comportamiento de reciclaje aumenta (Rompf, 2014).

3. ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio corresponde a cuatro AGEB de la zona urbana de Mazatlán, Sinaloa. La ciudad de Mazatlán se caracteriza por ser el principal puerto turístico del noroeste del país, sin embargo, entre otras actividades económicas se encuentra la pesca y el comercio. Al ser un puerto turístico, se le ha dado mucha importancia a la imagen para captar visitantes.

En los últimos meses la municipalidad ha estado tomando acciones en cuanto a infraestructura en la gestión y separado de residuos. Sin embargo, esto ha sido solo en la zona del malecón, en parte promovido en conjunto con la iniciativa de los conjuntos hoteleros para darle una mejor visión al puerto. Además, los problemas de contaminación en las calles en el resto de la mancha urbana son de notarse, a pesar de que en la ciudad existen algunos centros de

reciclaje, no hay incentivos o educación para que los hogares lo hagan. En la mayoría de estos centros, quienes más llevan residuos son empresas que lo hacen por motivos de responsabilidad social. En la figura 1 se presenta la estructura urbana de la Ciudad de Mazatlán.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 1. Mazatlán, zona urbana. Fuente: elaboración propia en R 4.0.2

4. METODOLOGÍA

Para identificar las prácticas de segregación y el comportamiento hacia las prácticas de reciclaje, se diseñó un instrumento y diseño experimental, las variables a medir están organizadas en tres grupos: volumen/reciclaje (volumen de material recolectado y reciclado), variables sociodemográficas por hogar, variable de intervención: educación e incentivos.

El estudio experimental incluye viviendas en cuatro AGEB (Área Geoestadística Base) en la ciudad de Mazatlán. Una semana antes de la intervención, los hogares reciben una solicitud, un mensaje verde colgado en la entrada de su hogar que dice: “Un grupo de voluntarios realizará un estudio sobre reciclaje. Su hogar ha sido seleccionado como parte de una muestra”. Se

toman dos grupos (control y tratamiento) el tratamiento se refiere a un proyecto integral de educación ambiental (talleres de correcta segregación de residuos, elaboración de productos con material reciclado, compostaje, entre otros) y un plan de incentivos (recompensas por cantidad reciclada). El proyecto busca crear las condiciones necesarias para que los hogares puedan separar residuos para posteriormente llevarlos a centros de reciclaje.

Finalmente, se aplica diferencias en diferencias, esta técnica econométrica experimental mide el efecto de un tratamiento en un determinado período en el tiempo. A menudo se utiliza para medir el cambio inducido por un tratamiento o un evento en particular, en este caso sobre el proyecto integral de reciclaje. La metodología de diferencias en diferencias ha sido aplicada en múltiples tópicos de investigación: Lichand et al. (2016) emplearon esta metodología para medir el impacto de un programa de anticorrupción en Brasil, entre sus resultados encontraron que el programa redujo los casos de pagos extraoficiales y sobrefacturación. En México, Gertler y Boyce (2003) miden el impacto del programa progesa (un programa de salud y educación), encontrando que áreas donde viven familias beneficiadas por el programa los jóvenes mejoran su rendimiento en educación y salud.

Esta metodología consiste en aplicar una doble diferencia, es decir busca comparar los cambios en el tiempo en la variable de interés entre el grupo de tratamiento y el grupo de control. En el caso de este capítulo se busca medir los niveles de reciclaje utilizando un programa de educación ambiental e incentivos, con un grupo de control (los cuales no reciben el programa) y otro de tratamiento (hogares que si reciben el programa), el tiempo del experimento fue de cinco meses, en el cual estuvieron involucrados 54 hogares.

4.1 ENCUESTA DE PERCEPCIÓN

Antes de la ejecución del experimento, se realizaron encuestas a la población en general para conocer la percepción de la gestión de residuos y el reciclaje

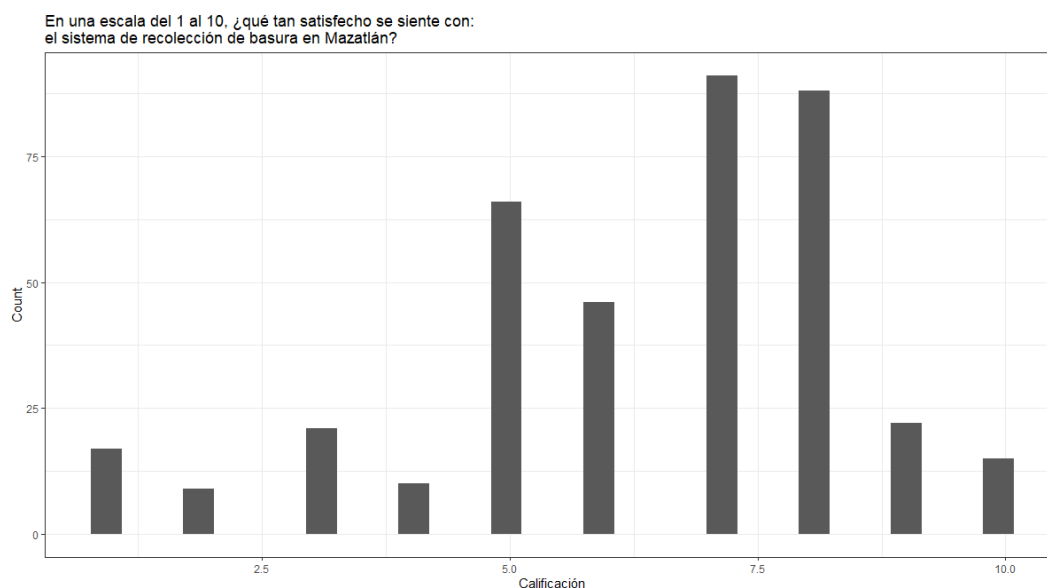
en Mazatlán, se encuestaron a 418 personas de diferentes áreas de la ciudad. El propósito de la encuesta fue describir la percepción de la población, conductas y motivaciones respecto al tema.

En la encuesta se registra el género de la persona, se consulta la edad, la zona en la que vive, si es jefe de hogar o no. Para el diseño de la encuesta se consideraron los siguientes temas: satisfacción actual de la gestión de residuos en Mazatlán, participación en programas de reciclaje y conductas ambientales.

La estructura de la encuesta, inicia con información socioeconómica, grado de conformidad con situaciones: lugares donde depositar basura en las calles, programas de reciclaje en la ciudad, horarios de recolección y frecuencias. Así mismo, se pregunta: En una escala del 0 al 10 ¿qué tan satisfecho se siente con el sistema de recolección de basura del municipio?, se toma dicha escala dado que ha sido abordada anteriormente en estudios de bienestar subjetivo y satisfacción con la vida en México (ver, Palomar, 2005, Charles-Leija et al, 2018).

La pregunta ¿qué tan satisfecho se siente con el sistema de recolección de basura en Mazatlán? medida en una escala de 1 a 10, obtuvo una media fue de 6.5, esto significa que, entre la población, el servicio lo cataloga en un nivel medio. Cabe mencionar que en Mazatlán el servicio de recolección de residuos es gratuito como en muchas ciudades del país.

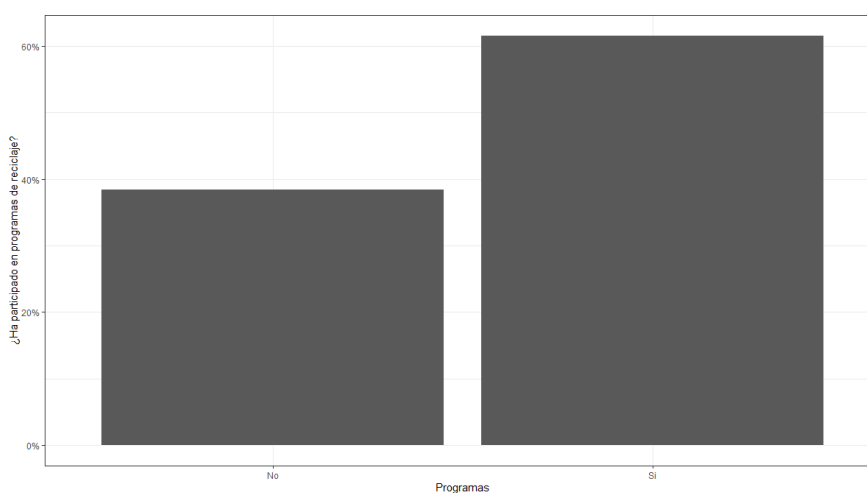
Entre otra de las preguntas que se le hizo a la población es si separaba la basura en su hogar, el 59% menciona que no lo hace mientras que 41% si lo hace. Si bien es un número alto los que, si separan la basura, sigue dominando los que no lo hacen.



Fuente: Elaboración propia en software R 4.0.2.

Gráfico 1. Satisfacción con el sistema de recolección de basura en Mazatlán.

Con relación a la participación de la población en programas de reciclaje, 60% mencionó que sí ha participado al menos una vez, mientras que 40% menciona no haber participado. Sin embargo, un tema interesante son los individuos que han participado en programas de reciclaje y que no segregan los residuos en sus hogares, esto puede darnos una idea de la efectividad que pueden llegar a tener dichos programas.

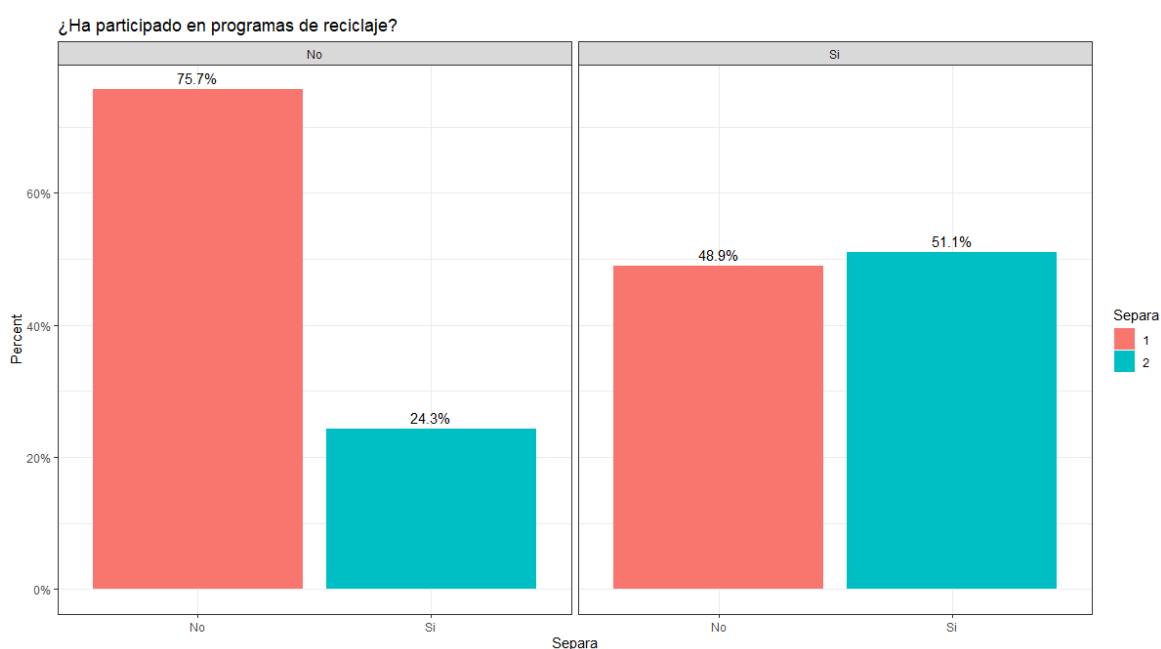


Fuente: elaboración propia con software R.4.0.2.

Gráfico 2. Participación en programas de reciclaje.

A partir de la gráfica 3, en la que se muestra la correlación entre los hogares que han participado en programas de reciclaje y segregación de residuos en el hogar, a pesar de que existen hogares que han participado en programas de reciclaje, el 48.9% de la población termina no segregando los residuos, es decir, se puede estimar la existencia de solo 50% de efectividad en este tipo de programas.

Por último, cabe destacar que, entre los motivos de no separar, se mencionaba que les desmotiva que al final se mezcle todo en el camión recolector y que todo termina en un vertedero a cielo abierto.



Fuente: elaboración propia en software R.4.0.2.

Gráfica 3. Participación en programas de reciclaje y separado de residuos.

4.2 ENFOQUE DE LA ECONOMÍA EXPERIMENTAL

La economía experimental ha ganado mucha popularidad en las últimas cuatro décadas debido a su capacidad de contrastar empíricamente distintas teorías de la microeconomía, en donde gracias a ella se han proporcionado

pistas importantes sobre las motivaciones de la conducta humana en ambientes donde existen incentivos, reglas e institucionalidad.

Cada vez es más común llevar a cabo experimentos en distintas poblaciones alrededor del mundo para determinar diferencias culturales. Un ejemplo son los experimentos en los cuales se comienza cuando un grupo de individuos o “sujetos”, habitualmente estudiantes universitarios, acudan a un “laboratorio”, normalmente un aula de la universidad o una sala de informática, aunque cada vez existen más espacios construidos con el fin específico de albergar experimentos. Allí se les entregan unas instrucciones que indican qué decisiones pueden tomar y cómo sus pagos dependen de sus decisiones y de las decisiones de los otros participantes.

En palabras de Vernon Smith (2002) *“La economía experimental es una rama de la economía que aplica métodos de laboratorio para estudiar interacciones de los seres humanos en los contextos sociales gobernados por reglas explícitas o implícitas”*. Las reglas explícitas pueden definirse como secuencias controladas por el experimentador y por la naturaleza del experimento, mientras que las reglas implícitas se refieren a las creencias y normas sociales de los individuos que participan en el experimento.

Actualmente existen distintos tipos de experimentos, en el cuadro 1 se presentan algunos de los distintos enfoques normalmente utilizados:

Cuadro 1. Tipos de experimentos en economía experimental

Tipo de experimento	Características
Experimentos de elección discreta	Los experimentos de elección discreta están asociados a preguntas relacionadas a: disposición a pagar, adoptar, entre otros. En estos experimentos se les asigna una serie de escenarios posibles a los individuos y ellos se enfrentan a una serie de elecciones predefinidas por el experimentador.
Teoría de juegos (<i>game theory</i>)	En este tipo de experimentos los individuos se enfrentan a una serie de reglas y pagos definidos por el experimentador. Los individuos al final toman decisiones respecto a esos pagos.

Experimentos de campo (<i>field experiment</i>)	Los experimentos de campo, asignan aleatoriamente a los sujetos a grupos de tratamiento o de control para evaluar afirmaciones de relaciones causales. Las características distintivas de los experimentos de campo son que se llevan a cabo en entornos del mundo real.
---	--

Fuente: elaboración propia con literatura revisada.

En este estudio el enfoque que se decide tomar es el de experimentación en campo, esto debido a dos cosas: i) aterrizarlo como prueba piloto para una posible política pública en el futuro y; ii) fomentar la educación ambiental en la población local de Mazatlán, Sinaloa.

En el siguiente apartado se hace una breve revisión de experimentos cuyo propósito ha sido estudiar el tema de determinantes y fomento del reciclaje. Lo anterior con la finalidad de pre-abordar las metodologías utilizadas por otros autores.

5. EVIDENCIA EMPÍRICA DE EXPERIMENTOS EN RECICLAJE

Entre algunos estudios experimentales que abordan el tema de reciclaje, podemos encontrar los de Alpízar y Gsottbauer (2015). Quienes en una zona urbana de la capital de Costa Rica a través de teoría de juegos y modelos de dominio público encontraron evidencia que indica que las acciones proambientales pueden fomentarse siempre y cuando las autoridades muestren un fuerte compromiso con el programa de reciclaje. A través de incentivos estas pueden lograr un esfuerzo significativamente mayor.

En 2013, Knutsson, Martinsson, y Wollbrant, en un intento de conocer cómo se ve afectado el reciclado de envases PET cuando se introducen máquinas recicladoras con la opción de donar el reembolso a una organización benéfica en lugar de obtener dinero en efectivo, estos autores encontraron que las personas están más dispuestas a reciclar en aquellas que en las que se donaba el dinero a una ONG, dado que al momento de donar se logra estimular la empatía y el sentir moral.

En cambio, en un experimento social (Tong *et al.*, 2018) realizado en Hongfuyuan en el suburbio norte de Beijing, se pretendía encontrar la relación entre reciclaje y variables sociodemográficas e incentivos, por lo cual como incentivo se brindó verduras orgánicas como regalo para los hogares con altas puntuaciones de reciclaje, dicho incentivo mejoró significativamente la participación, dado que aumentó 12% el volumen de reciclaje.

En contraste, Bernstad *et al.*, (2013) llevaron a cabo un experimento a gran escala en una zona residencial de Augustenborg en el sur de Suecia, en donde se utilizó el uso de la información como una técnica de intervención para mejorar el comportamiento de reciclaje. Así mismo, se demostró que la intervención informativa generó una disminución en la generación de residuos de 10%.

Otra investigación realizada por Linder, Lindahl & Borgström en 2018, donde se desarrolló un experimento de campo en Hökarängen (Suecia) en un complejo de apartamentos que contaban con acceso a estaciones de clasificación de residuos, instalaron mensajes conductuales en las puertas de los departamentos, con la intención de observar si mediante la psicología ambiental y la economía del comportamiento pueden aumentar el reciclaje de residuos, en efecto; los resultados revelan un apoyo estadísticamente significativo de que el folleto informativo aumentó el reciclaje de los desechos de alimentos en la zona.

6. EXPERIMENTO Y EVIDENCIA PARA MAZATLÁN

Para este estudio, se realiza un experimento en Mazatlán, Sinaloa. La figura 2 muestra el área vecinal donde se realizó la intervención. El abordaje del experimento consiste en estimar una regresión mediante la técnica de diferencias en diferencias. El estimador de diferencias en diferencias es un método de estimación de la inferencia causal estadística en el contexto de estudios observacionales.

En particular se realizan dos series de intervenciones en hogares, una serie que es partícipe de incentivos económicos por reciclaje y otra que es partícipe de talleres de educación ambiental (talleres sobre la importancia de separar los residuos, charlas sobre consecuencias del cambio climático, entre otras).

Figura 2. Área urbana (experimento)



Fuente: elaboración propia.

Conocer el efecto causal exige, inicialmente, definir un indicador de tratamiento D_i en forma de variable binaria para cualquier individuo de los que, potencialmente, pueden participar en la intervención. Así:

$D_i = 1$, indicará que el individuo i ha participado en la intervención.

$D_i = 0$, indicará que el individuo i no ha participado en la intervención.

En este trabajo consideramos una variable respuesta Y_i que representa la tasa de volumen de reciclaje lograda por el hogar i -ésimo. Las respuestas (variables dependientes) resultan ser:

Y_{0i} = Valor de la variable dependiente en el caso de que el hogar i -ésimo no participe en la intervención.

Y_{1i} = Valor de la variable dependiente en el caso de que el hogar i -ésimo participe en la intervención.

En este caso el programa consiste en un proyecto de educación ambiental en donde se crean las instancias necesarias para que el hogar recicle, se les entregan botes de separado (plástico, cartón, PET, aluminio), pláticas informativas con actividades de recreación y se les ofrece un incentivo económico por reciclar, esto con la finalidad de comparar la significancia estadística sobre si los incentivos tienen mayor relevancia que la educación o son dos efectos de la misma magnitud.

El efecto causal del proyecto vendría determinado por la diferencia $Y_{1i} - Y_{0i}$ a partir de cuya magnitud podría evaluarse la efectividad de las intervenciones. Finalmente, la ecuación del modelo queda de la siguiente forma:

$$y = \beta_0 + \beta_1 dB + \delta_0 d2 + \delta_1 d2 * dB + u$$

De acuerdo con la anterior fórmula, dB captura posibles diferencias entre los hogares (tratamiento y control) antes del proyecto. $d2$ captura factores agregados que causarían cambios en y a lo largo del tiempo. El coeficiente de interés es δ_1 que captura la diferencia entre los hogares.

7. RESULTADOS

Para medir el efecto de la intervención, una de las mejores formas, como se mencionó anteriormente es a través de un estimador de diferencias en diferencias (DiD). El planteamiento de este método requiere observar dos grupos de individuos (o entidades), siendo uno de esos dos grupos afectado por una intervención, cuyo efecto causal se pretende estimar.

En nuestra investigación se evaluaron los efectos de un programa educativo ambiental y el de un incentivo económico utilizando el método de diferencias en diferencias, para ello observamos a un grupo de hogares que

recibieron el programa educativo y a otro no afectado, antes y después del cambio.

Para calcular el efecto utilizando el modelo de diferencias en diferencias primero calculamos las medias de cada grupo en ambos momentos del tiempo. Es decir, generaremos el siguiente estadístico:

$$\bar{Y}(j, t) = \frac{\sum_{i=1}^N 1(G_i = j) \cdot 1(T_i = t) \cdot Y_i}{\sum_{i=1}^N 1(G_i = j) \cdot 1(T_i = t)}, \text{ para } j = \{0,1\} \text{ y } t = \{0,1\}$$

En particular, $\bar{Y}(0,1)$ es la media del volumen de reciclaje de los hogares observados después de la intervención.

Como vimos en la sección anterior, este mismo efecto lo podemos estimar con una regresión de MCO si utilizamos la siguiente especificación:

$$y = \beta_0 + \beta_1 dB + \delta_0 d2 + \delta_1 d2 * dB + u$$

En este caso, si δ_1 es significativo, podremos decir que la variable de educación ambiental tuvo un efecto estadísticamente significativo en el volumen de reciclaje. Lo mismo se hace con los que recibieron el incentivo. En el cuadro 2 se muestran algunos estadísticos descriptivos de las variables, la población considerada, se divide en dos grupos de hogares, que, a su vez, se subdividen en otros dos grupos (tratado y no tratado).

En primera instancia podemos observar que la variable de años educación del jefe de hogar es de 15 años, esto se debe a que la gran parte tiene estudios de licenciatura y posgrado. En general se trata de hogares jóvenes que apenas están terminando de formarse. Además, es importante recalcar que esta zona de la ciudad es relativamente nueva. En cuanto a los kg generados por los hogares, aquellos que recibieron el incentivo terminaron reciclando más en comparación con los que no recibieron el incentivo, sin embargo, no es posible afirmar aún que ello se deba al incentivo, para ello se realiza el modelo de diferencias en diferencias.

Cuadro 2. Estadísticos descriptivos de los grupos de hogares en comparación¹

Promedios	Grupo con incentivo económico		Grupo con talleres de educación ambiental	
	Control (no tratado)	Incentivo (tratado)	Control (no tratado)	Educación (tratado)
Cantidad de reciclaje por hogar ² (en kg)	1.30 (0.63)	2.25 (0.71)	1.46 (0.34)	2.87 (0.66)
Años de educación	15.4 (0.54)	15.8 (0.83)	14.2 (0.65)	14.6 (0.72)
Edad ³	32.8 (3.9)	33.2 (4.2)	34.2 (1.2)	35.6 (1.7)
Integrantes del hogar	3.2 (0.44)	3.4 (0.54)	3.2 (0.32)	3.5 (0.25)

Fuente: elaboración propia

Para poder hacer el modelo se creó una variable ficticia para indicar la fecha en que comenzó el tratamiento. En este caso, el proyecto arrancó en diciembre de 2020, no obstante, el tratamiento empezó a finales de enero de 2021. En este caso, los fechas antes de enero tenían un valor de 0 y después de ese mes un 1.

Posteriormente, se creó otra variable ficticia para identificar el grupo expuesto al tratamiento. En este ejemplo, las familias que recibieron el incentivo económico fueron tratados ($D_i = 1$). Las familias que no lo recibieron fueron tratados ($D_i = 0$). Finalmente se crea una variable de interacción entre el tiempo y el tratamiento a la cual llamamos ‘DiD’ misma que captura el estimador de diferencias en diferencias.

¹ Desviación estándar entre paréntesis

² Se refiere a los kilogramos reciclados promedio por hogar a la semana

³ En este caso se habla del jefe de hogar

Cuadro 3. Resultados de los modelos de regresión para los grupos de hogares.

Variables	Modelo 1: Incentivos económicos	Modelo 2: Educación ambiental
Edad (jefe)	0.0759 (0.0041)	0.0817 (0.0032)
Miembros del hogar	0.0618* (0.001)	0.0542* (0.001)
DiD	0.029** (0.002)	0.039** (0.003)
Tratamiento	0.622** (0.242)	0.726** (0.149)
Constante	0.914** (0.0109)	0.781** (0.0193)
R^2	0.6763	0.6814
Prob > F	0.0000	0.0000

***, ** y * estadísticamente significativos al 99, 95 y 90 por ciento respectivamente.

Entre los resultados podemos observar que, para la variable de diferencias en diferencias, el efecto es positivo y significativo al 95 por ciento, es decir, el incentivo económico fue importante en el nivel de reciclaje entre los hogares, en el caso de recibirlo, el reciclaje aumenta en 2.9 puntos porcentuales.

CONCLUSIONES

Estos resultados muestran que, en general, los hogares que recibían incentivos pudieron estar más motivados en reciclar que la contraparte que no los recibió. Dicho hallazgo concuerda con lo hecho por Abila y Kantola (2019) quienes encontraron que los incentivos financieros pueden promover un comportamiento pro-ambiental y contribuir a un comportamiento sustentable. Por lo que, para impulsar la participación de los hogares en el reciclaje, una técnica para acelerarlo es mediante una serie de incentivos, tales como instalar máquinas expendedoras para cambiar residuos reciclables por

monedas o alguna especie de retribución económica como vales o puntos para canjear.

En cuanto al modelo con talleres de educación ambiental, la variable de tratamiento fue estadísticamente significativa, así como el efecto de diferencias en diferencias el cual nos confirma que una parte importante para aumentar el reciclaje es mediante la educación, incluso está tuvo un impacto mayor que el efecto en el modelo con incentivos económicos. Dichos resultados están en concordancia con Paraskevas *et al.*, (2019) quienes argumentaban que tener cierta formación académica o haber recibido educación ambiental es un factor importante a la hora de tener conductas e iniciativas hacia el reciclaje.

A manera de conclusión consideramos que una política municipal de fomento al reciclaje y manejo de residuos debe estar vinculada al triple impacto: por un lado, la municipalidad debe trabajar con programas de educación ambiental junto a la ciudadanía, al mismo tiempo que se debe crear un sistema de recolección diferenciada y finalmente como un punto extra, instalar máquinas o puntos verdes en zonas estratégicas donde los ciudadanos pueden depositar residuos a cambio de dinero.

REFERENCIAS

- Abila, B., & Kantola, J. (2019). The Perceived Role of Financial Incentives in Promoting Waste Recycling-Empirical Evidence from Finland. *Recycling*, 4(1), 1-11.
- Aguilar-Luzón, M. C., Monteoliva, A., & Martinez, M. A. (2005). Influencia de las normas, los valores, las creencias proambientales y la conducta pasada sobre la intención de reciclar. *Medio ambiente y comportamiento humano. Revista Internacional de Psicología Ambiental*, 6(1), 23-36.
- Aguilar-Rojas, G., Iza., A. (2009). Derecho Ambiental en Centroamérica. Tomo II: UICN. Gland, Suiza. Recuperado de <https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/EPLP-066-2.pdf>

- Al Mamun, A., Mohiuddin, M., Ahmad, G., Thurasamy, R., & Fazal, S. (2018). Recycling Intention and Behavior among Low-Income Households. *Sustainability*, 10(7), 1-22. <https://doi.org/10.3390/su10072407>
- Alpízar, F., & Gsottbauer, E. (2015). Reputation and household recycling practices: Field experiments in Costa Rica. *Ecological Economics*, 120, 366-375. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.04.003>
- Bernstad, A., la Cour Jansen, J., & Aspegren, A. (2013). Door-stepping as a strategy for improved food waste recycling behaviour-Evaluation of a full-scale experiment. *Resources, Conservation and Recycling*, 73, 94-103. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2012.12.012>
- BID. (2015). Situación de la gestión de residuos sólidos en América Latina y el Caribe.
- Charles-Leija, Humberto & Aboites, Gilberto & Llamas, Ignacio. (2018). Impacto de la Desigualdad en la Satisfacción con la Vida de los Coahuilenses. *Un Enfoque Regional*.
- Chow, C.-F., So, W.-M. W., Cheung, T.-Y., & Yeung, S.-K. D. (2017). Plastic waste problem and education for plastic waste management. In S. C. Kong, T. L. Wong, M. Yang, C. F. Chow, & K. H. Tse (Eds.), *Emerging practices in scholarship of learning and teaching in a digital era* (pp. 125-140). Singapore: Springer.
- Chu, Z., Meriluoto, L., Das, K., Li, Y., & Chen, B. (2017). Determinants of Households' Recycling Behaviour-Evidence from China. *Working Papers in Economics*, 1-28. https://econpapers.repec.org/paper/cbteconwp/17_2f12.htm
- Costa Pinto, D., Maurer Herter, M., Rossi, P., Meucci Nique, W., & Borges, A. (2019). Recycling cooperation and buying status. *European Journal of Marketing*, 53(5), 944-971. <https://doi.org/10.1108/ejm-09-2017-0557>
- Crociata, A., Agovino, M., & Sacco, P. L. (2015). Recycling waste: Does culture matter? *Journal of Behavioral and Experimental Economics*, 55, 40-47.

- Franco, J. F., & Huerta, E. (1996). Determinantes de la participación ciudadana en programas de reciclaje de residuos sólidos urbanos. *Investigaciones Económicas*, 20(2), 271-280.
- García, P. (2002). Premio Nobel de Economía de 2002: Vernon Smith y Daniel Kahneman. *Boletín económico de ICE, Información Comercial Española*, 2749, 25-36.
- Gertler, Paul J & Simone Boyce, 2003. "An Experiment in Incentive-Based Welfare: The Impact of PROGRESA on Health in Mexico," Royal Economic Society Annual Conference 2003 85, Royal Economic Society.
- Hansmann, R., Bernasconi, P., Smieszek, T., Loukopoulos, P., & Scholz, R. W. (2006). Justifications and self-organization as determinants of recycling behavior: The case of used batteries. *Resources, Conservation and Recycling*, 47(2), 133-159. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2005.10.006>
- Harring, N., Jagers, S. C., & Nilsson, F. (2019). Recycling as a large-scale collective action dilemma: A cross-country study on trust and reported recycling behavior. *Resources, Conservation and Recycling*, 140, 85-90. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.09.008>
- Hoornweg, D. & Bhada-Tata, P. (2012). What a waste: a global review of solid waste management. *Urban Dev Ser Knowl Pap*. 15, 87-88.
- Karousakis, K., & Birol, E. (2008). Investigating household preferences for kerbside recycling services in London: A choice experiment approach. *Journal of Environmental Management*, 88(4), 1099-1108. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2007.05.015>
- Kipperberg, G. (2006). A Comparison of Household Recycling Behaviors in Norway and the United States. *Environmental and Resource Economics*, 36(2), 215-235. <https://doi.org/10.1007/s10640-006-9019-x>
- Kirakozian, A. (2015). The determinants of household recycling: social influence, public policies and environmental preferences. *Applied*

- Economics, 48(16), 1481-1503.
<https://doi.org/10.1080/00036846.2015.1102843>
- Knutsson, M., Martinsson, P., & Wollbrant, C. (2013). Do people avoid opportunities to donate? *Journal of Economic Behavior & Organization*, 93, 71-77. <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2013.07.015>
- Kurz, T., Donaghue, N., & Walker, I. (2005). Utilizing a Social-Ecological Framework to Promote Water and Energy Conservation: A Field Experiment1. *Journal of Applied Social Psychology*, 35(6), 1281-1300. <https://doi.org/10.1111/j.1559-1816.2005.tb02171.x>
- Lichand G, Lopes M, Medeiros M. (2016) Is Corruption Good for Your Health? (Job Market Paper). Working Paper.
- Linder, N., Lindahl, T., & Borgström, S. (2018). Using Behavioural Insights to Promote Food Waste Recycling in Urban Households-Evidence From a Longitudinal Field Experiment. *Frontiers in Psychology*, 9, 1-13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00352>
- Nguyen, T., Nguyen, H., Lobo, A., & Dao, T. (2017). Encouraging Vietnamese Household Recycling Behavior: Insights and Implications. *Sustainability*, 9(2), 2-15. <https://doi.org/10.3390/su9020179>
- Nguyen, T., Hong; Hung, Rern-Jay; Lee, Chun-Hung; Thi Thu Nguyen, Hang (2019). Determinants of Residents' E-Waste Recycling Behavioral Intention: A Case Study from Vietnam. *Sustainability*, 11(1), 164. <https://doi.org/10.3390/su11010164>
- Oyekale, A. S. (2017). Determinants of households' involvement in waste separation and collection for recycling in South Africa. *Environment, Development and Sustainability*, 20(5), 2343-2371. <https://doi.org/10.1007/s10668-017-9993-x>
- Palomar L.J., Estructura del bienestar subjetivo: construcción de una escala multidimensional, En L. Garduño Estrada, B. Salinas Amescua, y M. Rojas Herrera (Eds.), *Calidad de vida y bienestar subjetivo en México*, México, Plaza y Váldes, 2005, 113-142

- Paraskevas Kechagias & Efstathios Dimitriadis. (2019). Citizens' Intent and Behavior Towards Recycling in the Municipality of Kavala. *International Journal of Business and Economic Sciences Applied Research*, 12. 10.25103/ijbesar.123.07.
- Rapoport, N., Scartascini, C., & Rojas Mendez, A. M. (2020). Behavioral Insights for Foresighted Public Finance.
- Rompf, S. A. (2014). System Trust and Cooperation: The Case of Recycling Behavior-Munich Personal RePEc Archive. Recuperado 18 de septiembre de 2020, de <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/60279/>
- UNEP. (2015). Annual Report 2015. <https://doi.org/978-92-807-3518-5>
- Tiffany M.W., Mak, Iris K.M. Yu, Xinni Xiong, Nastaein Q. Zaman, Nurashikin Yaacof, Shu-Chien Hsu, Chi Sun Poon, Daniel C.W. Tsang (2021). A cross-region analysis of commercial food waste recycling behaviour, *Chemosphere*, Volume 274, 2021, 129750, ISSN 0045-6535, <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.129750>.
- Tong, X., Nikolic, I., Dijkhuizen, B., van den Hoven, M., Minderhoud, M., Wäckerlin, N., ... Tao, D. (2018). Behaviour change in post-consumer recycling: Applying agent-based modelling in social experiment. *Journal of Cleaner Production*, 187, 1006-1013. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.261>
- Yang, HL., Innes, R. (2007) Economic Incentives and Residential Waste Management in Taiwan: An Empirical Investigation. *Environ Resource Econ* 37, 489-519. <https://doi.org/10.1007/s10640-006-9040-0>
- Wang, T. H., & Katzev, R. D. (1990). Group Commitment and Resource Conservation: Two Field Experiments on Promoting Recycling1. *Journal of Applied Social Psychology*, 20(4), 265-275. <https://doi.org/10.1111/j.1559-1816.1990.tb00411.x>

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE PRECIOS BASADO
EN LÓGICA DIFUSA: EMPRESA CERVECERA EN MÉXICO.

PROPOSAL OF A PRICE MANAGEMENT SYSTEM BASED ON FUZZY
LOGIC: COMPANY IN MEXICO.

TIRSO JAVIER HERNÁNDEZ GRACIA *

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

DANAE DUANA AVILA†

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

ELEANNE XOCHITL QUIROZ RICO‡

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

* Profesor-Investigador del Instituto de Ciencias Económico-Administrativas de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Doctor en Ciencias Administrativas por la Facultad de Contaduría y Administración de la Universidad Autónoma de Tlaxcala FCA/UAT. Maestro en Administración (Organizaciones) por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Líder del Cuerpo Académico Consolidado “Gestión y Desarrollo Empresarial”. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel I. Certificación Nacional por parte de la Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Contaduría y Administración (ANFECA). ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0425-0800>. Correo: thernan@uaeh.edu.mx

† Profesor-Investigador del Instituto de Ciencias Económico Administrativas de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Doctor en economía por la Sección de Estudios de Posgrado de la Escuela Superior de Economía del Instituto Politécnico Nacional; Maestro en Economía Regional (Generación 2002-2004) por el Centro de Investigaciones Socioeconómicas de la Universidad Autónoma de Coahuila. Líneas de investigación: Economía Regional y Modelos econométricos. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel C. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2286-2843>. Correo: duana@uaeh.edu.mx

‡ Estudiante de la maestría en administración en la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Correo: eleannestrar@gmail.com

Resumen: Este artículo presenta el desarrollo de un sistema de gestión de precios con base en lógica difusa, modelo que emula el pensamiento humano y la toma de decisiones en un plano real; es realizado en una empresa cervecera de México, dicho proyecto explica la afectación que existe entre diferentes zonas debido a los precios impuestos por la empresa en los principales municipios de Hidalgo dejando en evidencia que la ruta que maneja clientes mayoristas es fundamental la cual cuenta con capacidad de revender el producto en otras zonas, esto crea una clara invasión teniendo como resultado la baja venta de varios productos en clientes minoristas. Para poder realizar una sugerencia más completa de precios basada en este modelo es importante contar con los precios dominantes del mercado realizando funciones triangulares, las cuales se forman con el precio menor, el precio máximo y el precio de la empresa de competencia.

Palabras clave: lógica difusa, funciones triangulares, ruta mayorista.

Código JEL: M11, M19, M29

Abstract: This article presents the development of a price management system based on fuzzy logic, a model that emulates human thinking and decision making on a real plane; is done in the case study of a brewery in a small city within Mexico, said project explains the affectation that exists between different zones due to the prices imposed by the company in certain municipalities, leaving in evidence that the key route is the route that handles wholesale customers which has the ability to resell the product in other areas, this creates a clear invasion resulting in the low sale of several products in retail customers. To be able to make a more complete price suggestion based on this model, it is important to have the dominant prices of the market performing triangular functions, which are formed with the lowest price, the maximum price and the price of the competition company.

Keywords: fuzzy logic, triangular functions, wholesale route.

JEL Code: M11, M19, M29

INTRODUCCIÓN

El precio es el valor que se le da a un producto o servicio al momento de cambiarlo en un evento de compra-venta. Dentro de las empresas es difícil determinar el precio debido a factores como: la competencia de otras compañías, el mercado constantemente cambiante, el *marketing* etc.

En un acto de oferta y demanda los productores quieren maximizar cada uno de sus beneficios y los consumidores buscan una alta satisfacción de lo ya adquirido, por lo que en teoría tanto los vendedores como los compradores toman decisiones basadas en un amplio conocimiento de todas las alternativas que existen para las dos partes. Cuando existe este juego de decisiones de elección ante el comprador, las empresas tienden a recurrir a la planificación ya que el cálculo relativo del precio se concentra en situaciones futuras de compra, de ahí que se vuelve muy importante la gestión de precios.

El presente artículo propone la aplicación de un modelo de inteligencia artificial multivaluado llamado lógica difusa que permite trabajar con información imprecisa teniendo valores intermedios definiendo evaluaciones entre el sí/no, blanco/negro/, verdadero/falso, etc. Dicha lógica simula el pensamiento humano en la toma de decisiones y está completamente adaptada a situaciones subjetivas e inciertas intentando representar la vida real modelando de tal manera que cada situación se vuelva cierta y precisa sin modificarla.

Por lo tanto, se busca gestionar precios de una empresa cervecera con la finalidad de tener una herramienta fiable en cuanto la determinación de estos, que mantenga tanto las limitaciones como las ventajas de los clientes y que conserve el propósito de no tener reventa de cerveza o contar con precios no competitivos hacia otras empresas.

1. REVISIÓN DE LITERATURA

Históricamente la gestión de precios empresarial en todo el mundo ha sido cambiante desde la segunda guerra mundial, debido a los factores cíclicos

como las múltiples recesiones mundiales y el mercado inconstante cada vez más cercano al consumismo. Esto ha provocado que las empresas requieran de estrategias más agresivas de precios para hacerse competentes ante un consumidor cada vez más severo. La industria cervecera es un ejemplo de estrategias de precio de gran impacto debido a sus cambios de consumo según el país, lo que ha provocado grandes incrementos en algunas áreas y gran decremento en otras, ha presentado una desaceleración importante desde el 2009 en los países de gran consumo como Alemania y Estados Unidos (Lira, 2015) mientras que, en mercados emergentes como México, se logró crecer el 50% en el 2014 (Soto, 2015)

El modelo actual de precios de la empresa cervecera mexicana se fija en cuestión de la rentabilidad de los productos aún sobre el volumen de venta (empleando lógica matemático convencional), motivo por el que la gestión de estos se vuelve completamente rígida sin dar paso al análisis de decisiones que emplean las personas para comprar el producto en cuestión. El problema más común es cuando el cliente detallista entra en dilema por comprarle a la empresa con un precio fijo o cómprale a un cliente mayorista (de la propia compañía) con precios de descuento y escalonados según la época del año ofreciendo un mejor trato y un mejor servicio.

El concepto de fijación del precio correcto a los bienes que se distribuyen en el mercado tiene su origen en la teoría clásica, que postula que los precios se fijan en el mercado a causa de la interacción de la oferta de los vendedores y la demanda de los compradores. Posteriormente se postula la teoría de la economía imperfecta, que establece que el precio no puede ser solamente dado. La problemática que se abordará a lo largo del presente trabajo de investigación se caracteriza por la falta de información, pues ésta es acaparada y restringida por diversos agentes, con el objetivo de obtener mayores beneficios.

Las primeras aportaciones son hechas por Adam Smith (1723-1790), quien es considerado por muchos como el primer economista. En realidad, fue un filósofo escocés que sentó las bases del estudio de la economía en su obra

“La riqueza de las naciones”, publicado en el año 1776. En esa obra se estudian los principales problemas de la época y se proponen mecanismos para su solución. El planteamiento más importante consistió en demostrar la existencia de una forma de control sobre el mercado, tal que en su teoría postuló que los precios actúan como una “mano invisible” que orienta los recursos existentes hacia aquellas actividades con mayor valor. Los precios permiten a las empresas y a los hogares determinar cuánto valen los recursos y con ello orientar sus decisiones para su uso eficiente. (Cadena, 2011).

Posteriormente, David Ricardo, al igual que Smith, afirmaba que el valor posee dos sentidos, uno de uso y otro de cambio. En la paradoja del agua de Adam Smith, que trata sobre cómo el valor de un objeto determinado puede verse alterado en función de su escasez, aunque siempre relacionado con el trabajo necesario para obtener ese bien. (Ochoa, 2012).

Durante el siglo XIX, se desarrollaron ideas concernientes al valor que los agentes le daban a los bienes no solo en los precios. El principal exponente de esta corriente fue Alfred Marshall (1842-1924), economista británico autor de la obra *Principles of Economics*, publicada en el año de 1890.

En la referida obra, se desarrolla un instrumento analítico y gráfico sobre las curvas de la oferta y la demanda, en donde se muestra cómo se determinan los precios en virtud de la interacción de esas curvas, las causas de los posibles desequilibrios, así como sus desplazamientos. Sin lugar a duda, este es el punto inicial del gran acervo de teorías y conceptos que existen hoy en día, y que los textos sobre microeconomía detallan en sus primeros capítulos, concentrándose fundamentalmente en los dos objetivos más importantes de la fijación de precios: la maximización del beneficio y la maximización del ingreso (Cadena, 2011).

En 1964, Udell visualizó los precios desde un punto de vista distinto, pues planteaba el desempeño dentro del marco de aquellas características que preocupaban a la empresa para mejorar sus estrategias.

Udell deliberó las siguientes variables:

1. Investigación y desarrollo de nuevos productos.
2. Desarrollo de las ventas.
3. Dirección de la fuerza de venta.
4. Publicidad y promoción de ventas.
5. Servicio unido a la venta.
6. Fijación de los precios a la venta.

La teoría Chevalier (1971) afirma que cada organización emplea a una persona especializada en materia de precios capaz de manejar los cursos de acción a seguir para determinar un valor justo a sus productos, determinando que, la responsabilidad del empleado y la dificultad para intervenir en los precios serán directamente proporcionales. Desde el punto de vista financiero, las teorías económicas en materia de precios toman un sentido únicamente numérico, el cual supone linealidad en las funciones del ingreso y del costo, así como en parte del concepto del punto de equilibrio operacional o muerto para encontrar fórmulas de fijación de precios. Se asume como punto de partida, la curva de la demanda (Rosero, 2009).

Durante la década de los años 80 se desarrollaron ideas relevantes sobre la gestión de precios, contemplando a éste como una variable de *marketing*. Emilio de Velasco (1994, p. 61) postula que “teoría microeconómica, particularmente la teoría de precios ha sido puesta en duda con respecto a sus aplicaciones prácticas”. Como ejemplo, basta recopilar opiniones de organizaciones fabricantes de bienes de equipo con respecto a la aplicación de la elasticidad de la teoría de la demanda, o al conocimiento que las empresas poseen en lo concerniente a la evolución de sus costos de acuerdo con los procesos de manufactura establecidos y los tipos de bienes producidos (Cadena, 2011).

De acuerdo con Tirole (1990, p. 85), muchas de las decisiones que toman los gerentes de las compañías pueden parecer irracionales a primera vista, sin embargo, una vez que han sido sometidas a evaluación, éstas pueden ser completamente racionales y obedecer a la necesidad de tomar decisiones

urgentes que no permiten llevar a cabo cálculos complejos para analizar si con ello se logra maximizar los beneficios (Becerra, 2000).

2. LÓGICA DIFUSA

Según estudios de Jaime Gil Aluja en el año 2005, la lógica matemática ha sido capaz de dar solución a distintos problemas, sin embargo, muchos fenómenos continúan sin explicación.

No es posible describir los comportamientos de todos los componentes individualmente, es factible hallar las regularidades en su comportamiento global. En general, si el comportamiento detallado de los grandes sistemas no es siquiera planteable, resulta viable encontrar leyes de su comportamiento en conjunto. La lógica difusa emplea expresiones que no son del todo ciertas ni completamente falsas, es decir, es la lógica aplicada a conceptos que pueden tomar un valor cualquiera de veracidad dentro de un conjunto de valores que oscilan entre dos extremos, la verdad absoluta y la falsedad total (Vicente, 2000).

La lógica difusa fue investigada por primera vez a mediados de los años sesenta por el ingeniero Lofty A Zadeh de la Universidad de Berkeley (California). Al principio, Zadeh no llamó a esta ciencia como lógica borrosa o difusa, sino Principio de Incompatibilidad (Vicente, 2000). Zadeh describe a la lógica difusa como una forma de procesamiento de información en la que los datos podrían tener asociados un grado de pertenencia parcial a ciertos conjuntos.

A mediados de los años de 70 comenzó a aplicarse a los sistemas de control, que fue cuando las primeras computadoras empotradas fueron lo suficientemente potentes para implementarla y ejecutar los algoritmos. Desde entonces se han incrementado el número de aplicaciones industriales y su utilización en productos de consumo. En el lapso comprendido entre 1965 y 1974, Zadeh describió el concepto general del conjunto difuso y su función de pertenencia asociada, que toma valores en el intervalo unitario, así como los

mecanismos de razonamiento y la lógica asociada a esta representación (Cunico, 2013).

Actualmente, la mayoría de las aplicaciones de conjuntos difusos aplican estos conceptos; derivando una segunda etapa donde las aplicaciones de control difuso evolucionaron rápidamente. Las investigaciones de Zadeh, permiten que el conocimiento, principalmente lingüístico y cualitativo, sea representado en lenguaje matemático mediante conjuntos difusos y funciones características asociadas a ello. Esto no implica que deba trabajarse de forma exclusiva con valores numéricos, también es posible trabajar con términos lingüísticos, aunque más imprecisos, resultan ser más simples de comprender para el razonamiento humano (Vicente, 2000).

En términos de lógica formal, un elemento dado pertenece o no pertenece a un conjunto. Sin embargo, de acuerdo con la lógica difusa o borrosa se le asigna un grado pertenencia. Tal grado de pertenencia es definido mediante la función característica asociada al conjunto difuso. En el ámbito corporativo, la teoría sobre la borrosidad se ha extendido a todas las áreas de decisión en las que se manejan estimaciones subjetivas basadas en la información disponible y en la propia experiencia, por ejemplo: modelos de decisión utilizados con criterios de optimización, modelos de producción, inventarios, seguros de vida, localización de plantas industriales, selección de carteras, estrategia de entrada a mercados extranjeros, valoración de intangibles en empresas de comercio electrónico con modelo B2B (*Business to Business*), B2C (*Business to Consumer*), etc.

3. LÓGICA DIFUSA Y GESTIÓN EMPRESARIAL.

En su obra sobre lógica difusa, Fernández Pila describe que, en la actualidad, la inestabilidad y la incertidumbre de los entornos económicos, sociales y tecnológicos de las organizaciones ha llevado a los investigadores a buscar nuevas maneras de estudiarlas. Las obras derivadas de la investigación de la gestión empresarial contienen modelos matemáticos basados en la precisión

de su información, los cuales hacen que la solución se aleje sustancialmente del mundo real ya que éste está lleno de inconsistencias; por lo tanto, ante tales situaciones se ha hecho necesaria la introducción de esquemas matemáticos flexibles y ajustados a la realidad.

En estos modelos, el significado de la palabra conjunto es simple, puesto que se refiere a un grupo de objetos, los cuales son diferentes unos de otros. Mientras los conjuntos son específicos, los subconjuntos no comprenden forzosamente la totalidad de los elementos del conjunto (Gil, 2005). Cuando se considera un elemento de un conjunto, es posible determinar su pertenencia o no pertenencia a un subconjunto de referencia, que se le llama frecuentemente “referencial” (Gil, 2005).

Dado un referencial tal como:

$$(1) E = (a, b, c, e, f, g,)$$

$$(2) H = (b, c, e, g)$$

H es un subconjunto de E donde b, c, e y g pertenecen a H mientras que a, d y f no pertenecen a H .

En el ámbito empresarial es común ver esta clase de situaciones en las que surgen subconjuntos, por ejemplo:

En la empresa YBX, se pretende realizar una renovación de personal observando que las edades de los empleados van desde los 18 hasta los 70 años. Dicho conjunto cuenta con subconjuntos referenciales, donde en el primero, llamado “empleados jóvenes” se encuentran todos aquellos trabajadores de 18 a 35 años y en el segundo llamado “empleados viejos” se compone de todos aquellos cuya edad se halla comprendida entre los 60 y 70 años de edad.

Por lo tanto, se puede asignar el valor uno para la pertenencia y cero para la no pertenencia. De esta manera (3) y (4) se escriben:

$$(3) \quad \mathbf{E} = \begin{array}{|c|c|c|c|c|c|c|} \hline \text{A} & \text{B} & \text{C} & \text{D} & \text{E} & \text{F} & \text{G} \\ \hline 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ \hline \end{array}$$

$$(4) \quad \mathbf{G} = \begin{array}{|c|c|c|c|c|c|c|} \hline \text{A} & \text{B} & \text{C} & \text{D} & \text{E} & \text{F} & \text{G} \\ \hline 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ \hline \end{array}$$

Sin embargo, esta clase de nomenclatura es difícil de acotar dentro de una recta al momento de graficar, es por ello que resulta más cómodo utilizar una figura en un sistema de coordenadas, en la que se representan las situaciones de no pertenencia o pertenencia a través de las posiciones de 0 y 1 tal como aparecen en las figuras (1) y (2).

Una función de pertenencia de un conjunto borroso A sobre un universo de discurso X es de la forma $\mu_A: X \rightarrow [0,1]$, donde a cada elemento de X le corresponde un valor entre 0 y 1. Este valor, llamado valor de pertenencia o grado de pertenencia, representa el grado en el que el elemento de X pertenece al conjunto borroso A (Pérez, 2010). La función de pertenencia representa gráficamente un conjunto borroso. En el eje “x” (abscisas) se representa el universo de discurso, mientras que en el eje “y” (ordenadas) se sitúan los grados de pertenencia en el intervalo [0,1] (Alonso, 2013).

Para construir funciones de pertenencia se suelen utilizar funciones sencillas, ya que al estar definiendo conceptos borrosos el uso de funciones complejas no aporta mayor precisión (Alonso, 2013). En general, si una función de pertenencia se da especificando los valores correspondientes a un conjunto discreto de elementos del universo de discurso, el valor asociado al resto de los elementos se obtiene por interpolación (Pérez, 2010).

Lotfi Zadeh (1965), en su artículo “Fuzzy Sets” introduce el concepto de conjunto borroso para referirse a la clase de conjuntos definidos de un modo impreciso, es decir, con un grado de pertenencia continuo, emulando el razonamiento humano (Rico, 2008). Según Zadeh amplió la teoría clásica de conjuntos para poder operar con clases definidas por predicados vagos y lo logró mediante la generalización del concepto de pertenencia al conjunto A

(Lazzarri, 2007), para el que, en aquel momento solo existían dos posibilidades, que son:

1. X pertenece a A.
2. X no pertenece a A.

Las dos afirmaciones anteriores expresadas en álgebra de Boole se representan de la siguiente manera: $\mu_A(x) = 1$ o $\mu_A(x) = 0$, donde el valor 1 representa un valor verdadero y 0 un valor falso, respectivamente. Expresado de otra manera, los valores no son sólo los números 0 y 1, sino todos los valores comprendidos en ese intervalo, de tal forma que la pertenencia dejó de ser abrupta para ser graduada (Lazzarri, 2007).

El conjunto borroso, siendo de naturaleza no estadística, es más general que el ordinario y con mayor ámbito de aplicación al tratar con problemas en los que la imprecisión aparece como consecuencia de la ausencia de criterios de pertenencia definidos, en vez de la presencia de variables aleatorias (Rico, 2008).

De igual forma, resulta aconsejable aplicar técnicas de lógica difusa para la resolución de problemas muy complejos, es decir, cuando se carece de un modelo matemático simple o para la aplicación de procesos altamente no lineales, o si el procesamiento del conocimiento experto (lingüísticamente formulado) puede ser desempeñado (Velazquez, 2014).

En el campo de la lógica difusa, o en inglés *fuzzy logic*, existen los conjuntos difusos y los subconjuntos borrosos, que son una colección de elementos bien definidos en la que es posible determinar para un objeto cualquiera, en un universo dado, si acaso éste pertenece o no al conjunto. La decisión, naturalmente, es “*sí pertenece*”.

La lógica difusa fue investigada por primera vez en 1965 por el ingeniero Lofty A Zadeh de la Universidad de Berkeley (California). Al principio, Zadeh no llamó a esta ciencia como lógica borrosa o difusa, sino Principio de Incompatibilidad (Duran, 2000). En el ámbito corporativo Kaufman y Gil en 1994 determinaron que, en la gestión de empresas, la complejidad de los problemas y la impresión de las situaciones se ha hecho necesario introducir

esquemas matemáticos más flexibles y adecuados a la realidad. La aplicación de los conceptos borrosos permitirá la solución de aquellos problemas en los que la incertidumbre aparece de manera fundamental (Pirla, 1999).

Los sistemas empresariales funcionan por causa de las interacciones de varios elementos internos, como son:

- Trabajadores
- Proveedores
- Accionistas
- Clientes

Externos como son:

- Gobierno
- Mercado
- Comunidad

Dichas interacciones llevan a la empresa a perdurar en el tiempo bajo determinados signos mínimos; o bien, la conducen a su desaparición cuando los signos bajan a niveles insostenibles (Mendoza, 2009). En junio del 2005 los doctores Rodríguez Zapatero, Rodríguez Jiménez y Rodríguez Alcaide emplearon la lógica difusa para la determinar el nivel de solidaridad que puede existir entre los miembros de empresas familiares. En 2006 Liliana Mendoza Saboya en Colombia desarrolló un sistema de conjuntos borrosos para determinar que la autonomía de un empleado está relacionada con la eficiencia de la empresa, donde el principal actor es el pensamiento empresarial el cual no puede ser medido concretamente con técnicas estadísticas tradicionales, puesto que éstas solo arrojan una aproximación a la medición del comportamiento real de las personas. Por lo tanto, la autonomía y eficiencia fueron consideradas conjuntos borrosos obteniendo como resultado que una empresa puede desmejorar su eficiencia si en repetidas ocasiones concede autonomía a sus empleados.

Las finanzas son el aspecto empresarial que más alto grado de incertidumbre tienen y son el escenario perfecto para implementar lógica borrosa. Por ejemplo, en la investigación de García Sastre en 2007 en España

tomó como conjuntos borrosos para la determinación de portafolios de inversión los siguientes rubros financieros:

- Tasa de interés
- Flexibilidad
- Experiencia del inversor

Esos tres aspectos se tomaron como conjuntos difusos para efectuar la toma de decisiones, concluyendo que este modelo puede determinar errores cometidos cuando se utilizan técnicas de valoración de opciones matemáticas en situaciones de toma de decisiones financieras. De igual forma, en nuestro país también se han llevado a cabo investigaciones empresariales aplicando lógica difusa, como en 2007 la del Modelo para el ajuste de pronósticos realizado por Universidad de Ciudad Juárez Chihuahua, el Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez Chiapas y el Instituto Tecnológico de Querétaro. La cual tiene como objetivo principal la optimización de recursos para asegurar la satisfacción del cliente, tomando como factores difusos: la temporada, percepción del cliente y competencia, dando como resultado la consideración de estos factores como neurodifusos para poder plantear correctamente proyecciones de demanda agregada y tener a los clientes satisfechos.

En la investigación Modelo de un sistema experto, publicada en la revista de la Universidad del SABES en México en 2008 busca contribuir en las decisiones bursátiles a partir de la aplicación de la lógica difusa, se tomaron los siguientes aspectos como subconjuntos borrosos:

- Valor de las acciones
- Tamaño del mercado
- Diferenciación
- Riesgo
- Capacidad de producción
- Canales de distribución
- Sinergia del proyecto
- Consistencia estratégica del proyecto

- Equipo administrativo

Se determinó que no todos estos factores cuentan con una participación importante en la toma de decisiones para la correcta inversión bursátil, por el contrario, al aplicar lógica difusa fue posible tomar variables específicas según el tipo de acción a invertir.

Esta investigación se desarrolló de la siguiente manera: las empresas que requieren recursos para financiar su operación o proyectos de expansión, pueden obtenerlos a través del mercado bursátil, mediante la emisión de valores (acciones, obligaciones, papel comercial, etc.) que son puestos a disposición de los inversionistas e intercambiados (comprados y vendidos) en la Bolsa Mexicana de Valores [BMV], en un mercado transparente de libre competencia y con igualdad de oportunidades para todos sus participantes (Bolsa Mexicana de Valores, 2009).

Las acciones son definidas como partes iguales en que se divide el capital social de una empresa, parte o fracción del capital social de una sociedad o empresa constituida como tal. Una acción de una empresa representa una parte proporcional de un negocio (Bolsa Mexicana de Valores, 2009).

Para realizar la oferta pública y colocación de los valores la empresa acude a una casa de bolsa que los ofrece mercado primario al público inversionista en el ámbito de la BMV. De ese modo los emisores reciben los recursos correspondientes a los valores que fueron adquiridos por los inversionistas.

Una vez colocados los valores entre los inversionistas en el mercado bursátil, éstos pueden ser comprados y vendidos (mercado secundario) en la BMV, a través de intermediarios bursátiles (casas de bolsa). La Bolsa Mexicana de Valores es el lugar físico donde se efectúan y registran las operaciones que hacen las casas de bolsa. Los inversionistas compran y venden acciones e instrumentos de deuda a través de estos intermediarios. Es muy importante recalcar que la BMV no compra ni vende valores (Godínez, 2011).

Para la segunda parte del sistema el modelo se enfoca en la determinación de un precio sugerido mediante funciones triangulares

tomando en cuenta el precio menor y el precio mayor al que puede llegar el producto, tomando en cuenta, de igual manera el precio de la competencia. Considerando como medida los productos más populares de la empresa en la agencia prueba.

4. METODOLOGÍA. PROPUESTA DE UN SISTEMA DE PRECIOS BASADO EN LÓGICA DIFUSA.

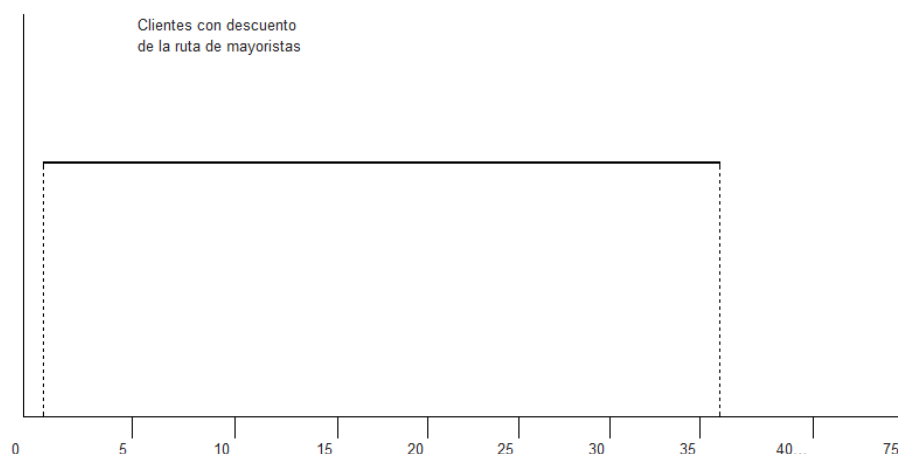
La agencia muestra cuenta por lo menos con un problema de invasión de clientes, afectando las ventas de ciertas rutas y perturbando gradualmente la rentabilidad del producto en lugares específicos de la zona.

Dicha agencia cuenta con 20 rutas que abarcan toda la ciudad y localidades cercanas a ésta; las rutas son llevadas por 20 vendedores y 3 supervisores, dividiendo a 6, 5, y 7 vendedores por cada supervisor.

La ruta prueba será la de mayoristas porque su portafolio tiene clientes de volumen y estos son los clientes con mayores descuentos, lo cual le da oportunidad de revender el producto a un precio menor al de casi cualquier ruta tradicional.

Donde cuenta con 75 clientes y 36 de estos tienen descuento.

Gráfica 1. Clientes con descuento ruta mayoristas



Fuente: elaboración propia

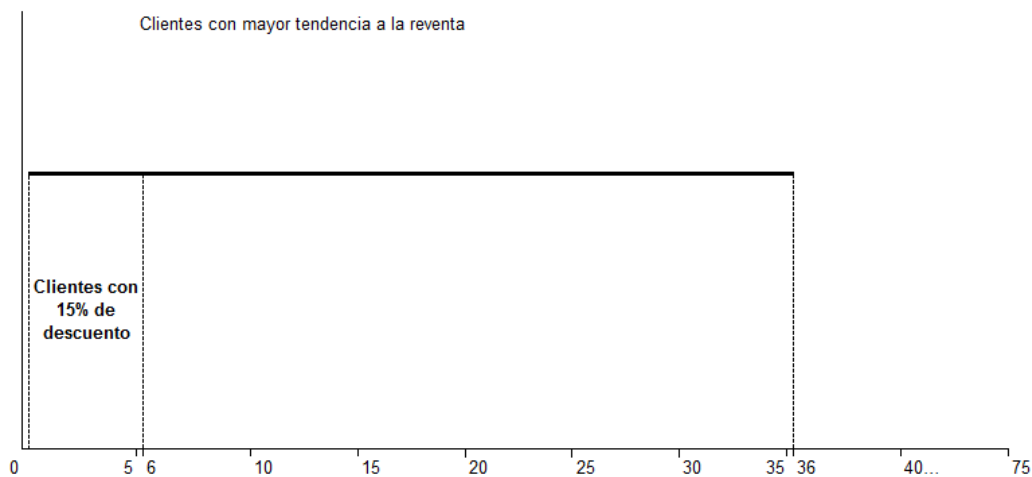
Donde:

- 19 clientes cuentan con el 10%
- 4 clientes con 12%
- 6 clientes con 15%
- 7 clientes con el 20%

Desarrollaremos el subconjunto “clientes con mayor tendencia a la reventa”, el cual se agrupará en los clientes con mayor alcance a revender con precios más baratos que los de la empresa hacia minoristas.

El subconjunto “clientes con mayor tendencia a la reventa”, se concentra en los clientes que cuentan con un descuento del 15%, ya que a pesar de que hay usuarios con mayor descuento, éstos no entran en la clasificación debido a que son restaurantes los cuales no se dedican a la reventa del producto por mayoreo.

Gráfica 2. Clientes con mayor tendencia a la reventa.



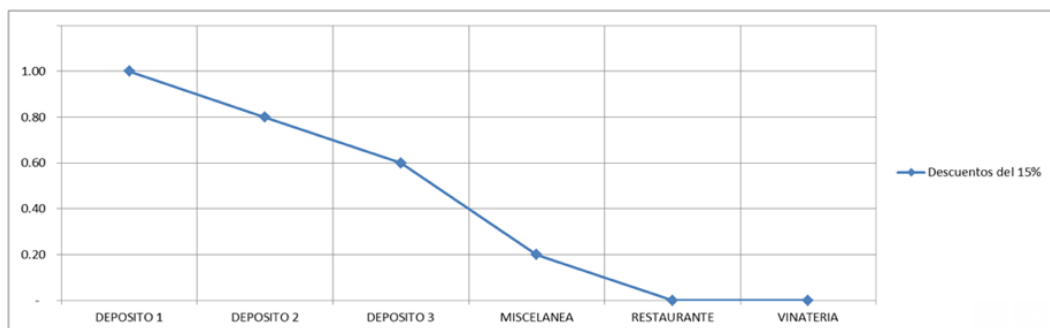
Fuente: elaboración propia

A pesar de que esta gráfica está diferenciando a los clientes con mayor tendencia se deben de realizar matizaciones entre estos.

Se tiene 6 clientes con el 15% de descuento con diferentes niveles de pertenecía:

(1) = A	1	1	1	1	1	1
(2) = B	1	0.8	0.6	0.2	0	0

Gráfica 3. Máximo nivel de tendencia a la reventa



Fuente: elaboración propia

La entropía es la medida de que tan difusos son los elementos del conjunto en este caso son todos los valores mayores/iguales al (0.2) ya que los ceros no pertenecen al subconjunto

(3) = B	1	0.8	0.6	0.2	0	0
(4) = B	1	1	1	1	0	0

$$(5) = 1 \cdot 1 - 1 \cdot 1 + 1 \cdot 1 - 0.8 \cdot 1 + 1 \cdot 1 - 0.6 \cdot 1 + 1 \cdot 1 - 0.2 \cdot 1 + 1 \cdot 0 - 1 \cdot 0 - 1 \cdot 0 - 1 \cdot 0$$

$$\square (= 0 + 0.2 + 0.4 + 0.8 + 0 + 0 = 1.4)$$

Dividiéndolo entre el número total de elementos:

$$(6) = 1.4 / 6 = 0.233$$

El resultado final es el nivel difuso del subconjunto de los “clientes de mayor tendencia a la reventa” dentro del conjunto “clientes con descuento ruta de mayoristas”

Para la determinación de AND, OR Y NOT se obtienen 6 clientes al azar de la ruta “clientes ruta mayoristas” y en el segundo subconjunto solo se tomarán clientes que pertenecen a “clientes con descuento de la ruta mayorista”

(7) =B	1	0	0	1	1	1
(8) =B	1	1	0	0	0	1

Para el concepto de AND se deben de exponer los elementos que deben pertenecer a los dos subconjuntos de B

(9) =B	1	0	0	0	0	1
--------	---	---	---	---	---	---

Para el concepto de OR se retomarán (7) y (8) donde si el primer número pertenece a los dos, entonces se pondrá en el subconjunto resultante y si no pertenece no se pondrá en el subconjunto resultante: y por último si se tiene un cero y un uno esté se pondrá como perteneciente.

(10) =B	1	1	0	1	1	1
---------	---	---	---	---	---	---

Aun no se describe el subconjunto NOT debido a que solo uno de los elementos no pertenece completamente a ninguno de los dos fuzzy sets empleados.

Para describir las matizaciones reales del problema empezaremos por “todos los clientes de la ruta de mayoristas”

(11) =B	1	1	1	1	1	1
---------	---	---	---	---	---	---

Dentro de esta clasificación pueden existir dos subconjuntos, donde el primero será del descuento con mayor probabilidad de reventa de producto y el segundo subconjunto será del segundo descuento con mayor probabilidad de reventa:

$(12) = B_1$	1	0.8	0.6	0.2	0	0
$(13) = B_2$	1	1	0.5	0.1	0	0

En la intersección de los dos subconjuntos se toma el nivel más pequeño

$(14) = B_1 \cap B_2 =$	1	0.8	0.5	0.1	0	0
-------------------------	---	-----	-----	-----	---	---

Mediante esta intersección, se podrá obtener el menor valor asignado a cada elemento en cada subconjunto borroso

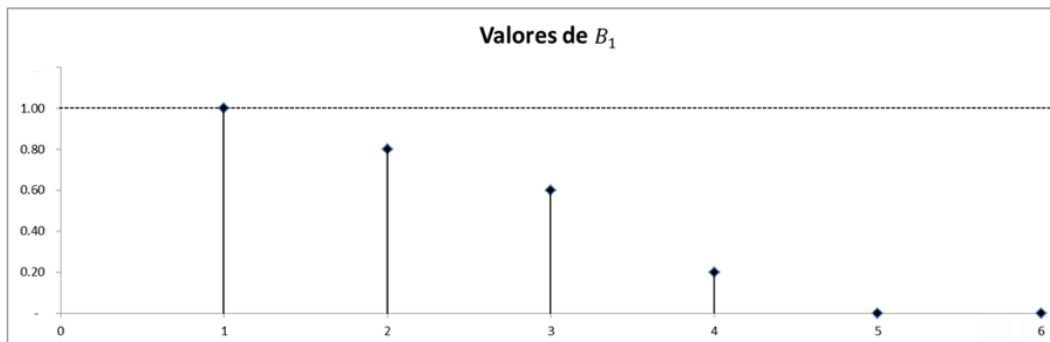
$$(15) = B_1 = \{(1), (0.8), (0.6), (0.2), (0), (0)\}$$

$$(16) = B_2 = \{(1), (1), (0.5), (0.1), (0), (0)\}$$

Teniendo como resultado

$$(17) = B_1 \cap B_2 = \{(1), (0.8), (0.5), (0.1), (0), (0)\}$$

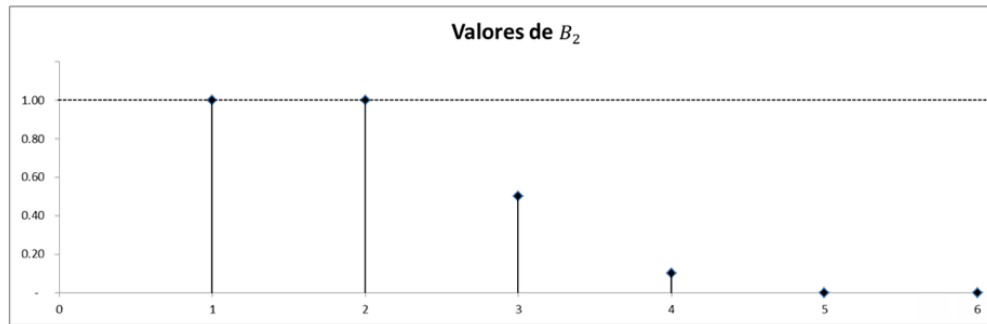
Gráfica 4. Valores de B_1



Fuente: elaboración propia.

Gráfica del subconjunto descuento con mayor probabilidad de la reventa.

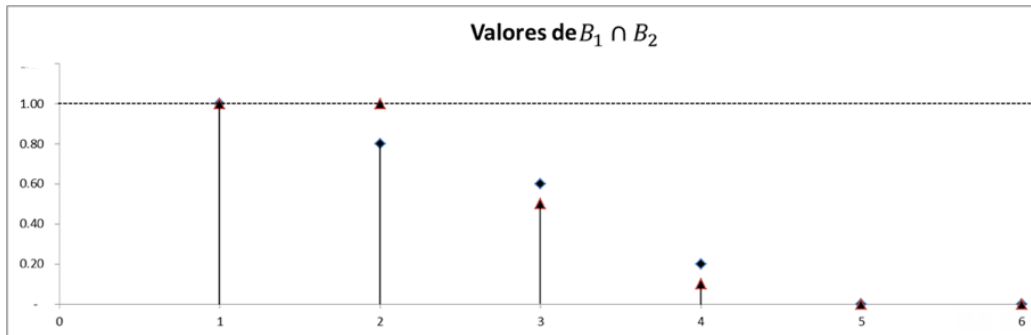
Gráfica 5. Valores de B_2



Fuente: elaboración propia

Gráfica del subconjunto segundo descuento con mayor probabilidad de la reventa.

Gráfica 6. Valores de $B_1 \cap B_2$



Fuente: elaboración propia

Gráfica de combinación del primer y segundo descuento con mayor probabilidad a la reventa.

Para la unión de los subconjuntos se deben de elegir los valores más altos:

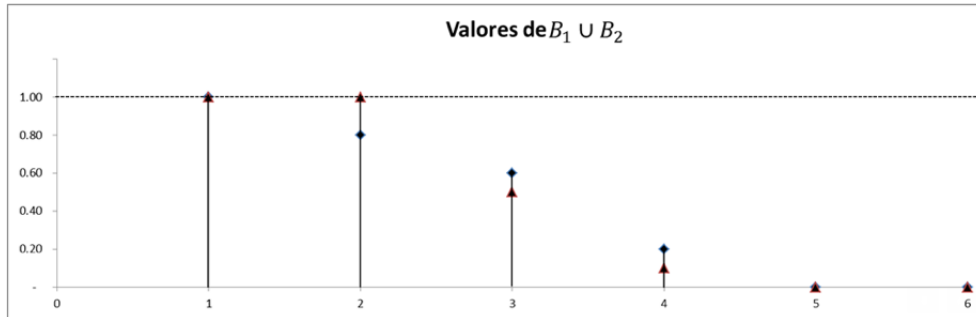
$$(18) = B_1 = \{(1), (0.8), (0.6), (0.2), (0), (0)\}$$

$$(19) = B_2 = \{(1), (1), (0.5), (0.1), (0), (0)\}$$

Teniendo como resultado

$$(20) = B_1 \cup B_2 = \{(1), (1), (0.6), (0.2), (0), (0)\}$$

Gráfica 7. Valores de $B_1 \cup B_2$



Fuente: elaboración propia

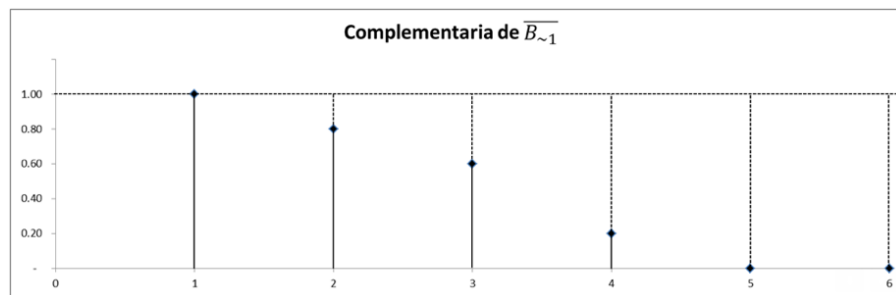
Gráfica de unión del primer y segundo descuento con mayor probabilidad a la reventa.

La función complementaria es aquella donde se aporta el valor restante para llegar al 1.00:

$$(21) = \overline{B_{\sim 1}} = \{(0), (0.2), (0.4), (0.8), (1), (1)\}$$

$$(22) = \overline{B_{\sim 2}} = \{(0), (0), (0.5), (0.9), (1), (1)\}$$

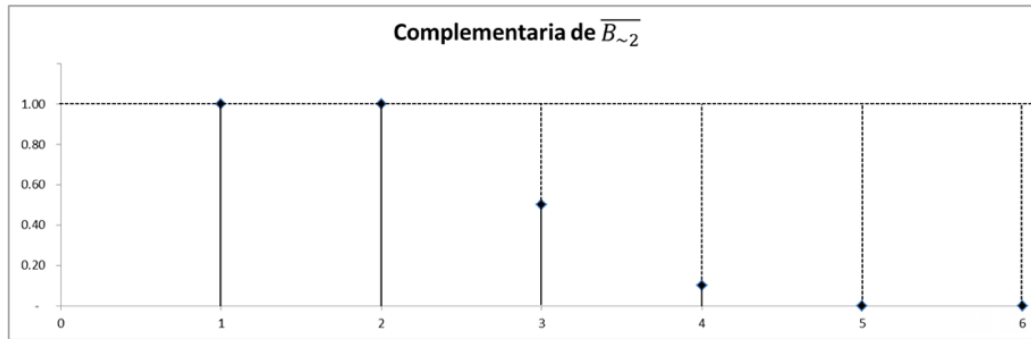
Gráfica 8. Valores de $\overline{B_{\sim 1}}$



Fuente: elaboración propia

Gráfica del valor faltante en cada cliente del subconjunto $\overline{B_{\sim 1}}$ para llegar al uno.

Gráfica 9. Valores de $\overline{B_2}$



Fuente: elaboración propia

Gráfica del valor faltante en cada cliente del subconjunto $\overline{B_2}$ para llegar al uno.

El elemento **a** pertenece a B1 con un nivel 0.3 y a B2 con un nivel 0.4, por lo tanto, en la intersección de los dos subconjuntos se toma el nivel más pequeño, es decir, 0.3 en función de que dicho nivel pertenece tanto a B1 como a B2, así, en **b** se tomara 0.1 para **c** 0, para **d** 0 para **e** 0.8 y así sucesivamente.

(22) $\underline{B_1} \cap \underline{B_2} =$

a	b	c	d	e	f	g
0.3	0.1	0	0	0.8	0.5	0.7

Mediante esta intersección, se podrá obtener el menor valor asignado a cada elemento de la función característica de pertenencia en cada subconjunto borroso contenido.

$$\forall x \in E: \quad \mu_{\underline{B_1} \cap \underline{B_2}}(x) = \text{Min} (\mu_{\underline{B_1}}(x), \mu_{\underline{B_2}}(x))$$

O descrito de otra manera:

$$(23) \underline{B_1} = \{(a, 0.3), (b, 1), (c, 0.2), (d, 0), (e, 0.9), (f, 0.5), (g, 0.7)\}$$

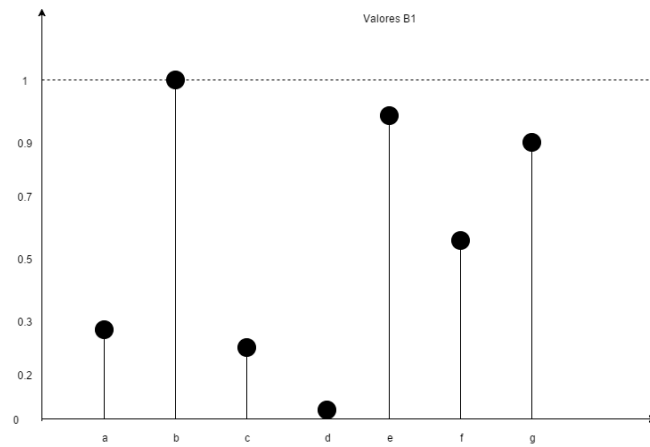
$$(24) \underline{B_2} = \{(a, 0.4), (b, 0.1), (c, 0), (d, 1), (e, 0.8), (f, 0.6), (g, 0.7)\}$$

Donde el resultado es:

$$(25) \underline{B}_1 \cap \underline{B}_2 = \{(a, 0.3), (b, 0.1), (c, 0), (d, 0), (e, 0.8), (f, 0.5), (g, 0.7)\}$$

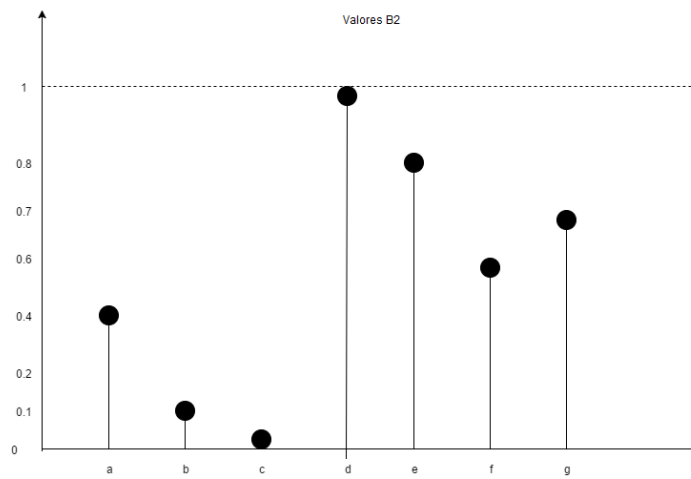
Y gráficamente se representa:

Gráfica 10. Valores B1



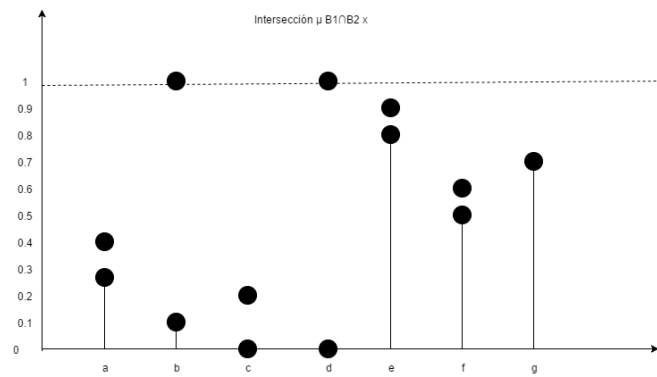
Fuente: elaboración propia con datos de Gil, 2005.

Gráfica 11. Valores B2



Fuente: elaboración propia con datos de Gil, 2005.

Gráfica 12. $B_1 \cap B_2$



Fuente: elaboración propia con datos de Gil, 2005.

De igual manera, se puede realizar la unión de estos subconjuntos, donde se selecciona el mayor valor de cada uno de los elementos.

$$(26) \quad \underline{B}_1 \cup \underline{B}_2 =$$

a	b	c	d	e	f	g
0.4	1	0.2	1	0.9	0.6	0.7

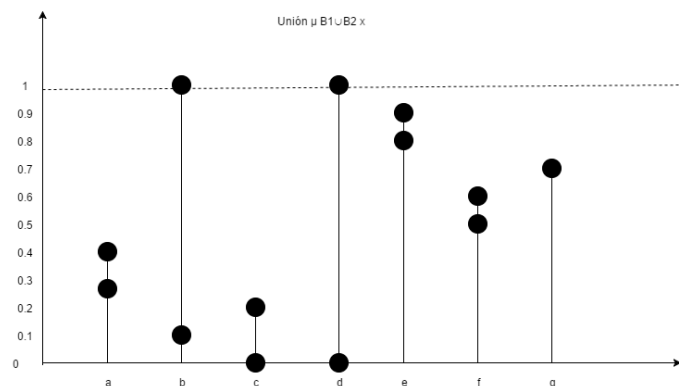
Representándolo como:

$$\forall x \in E: \quad \mu_{\underline{B}_1 \cup \underline{B}_2}(x) = \text{Max}(\mu_{\underline{B}_1}(x), \mu_{\underline{B}_2}(x))$$

Se expresa:

$$(27) \quad \underline{B}_1 \cup \underline{B}_2 = \{(a, 0.4), (b, 1), (c, 0.2), (d, 1), (e, 0.9), (f, 0.6), (g, 0.7)\}$$

Gráfica 13. $B_1 \cup B_2$



Fuente: elaboración propia con datos de Gil, 2005.

La función complementaria es aquella donde se aporta el valor restante para llegar al 1:

(27) $\underline{\mathbf{B}}_1 =$

a	b	c	d	e	f	g
0.7	0	0.8	1	0.1	0.5	0.3

$\underline{\mathbf{B}}_2 =$

a	b	c	d	e	f	g
0.6	0.9	1	0	0.2	0.4	0.3

Representado de la siguiente forma:

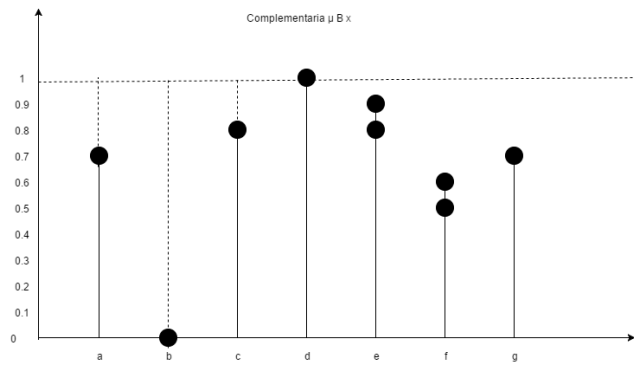
$$\forall x \in E: \mu_{\underline{\mathbf{B}}}^{\mathbf{x}} = 1 - \mu_{\underline{\mathbf{B}}}^{\mathbf{x}}$$

Se selecciona:

$$(28) \underline{\mathbf{B}} = \{(a, 0.7), (b, 0), (c, 0.8), (d, 1), (e, 0.1), (f, 0.5), (g, 0.3)\}$$

Se representa de forma gráfica de la siguiente manera:

Gráfica 14. Complementaria



Fuente: elaboración propia con datos de Gil, 2005.

La suma disyuntiva de estos subconjuntos borrosos se define como sigue:

(29) $\underline{\mathbf{B}}_1 \cup \underline{\mathbf{B}}_2 =$

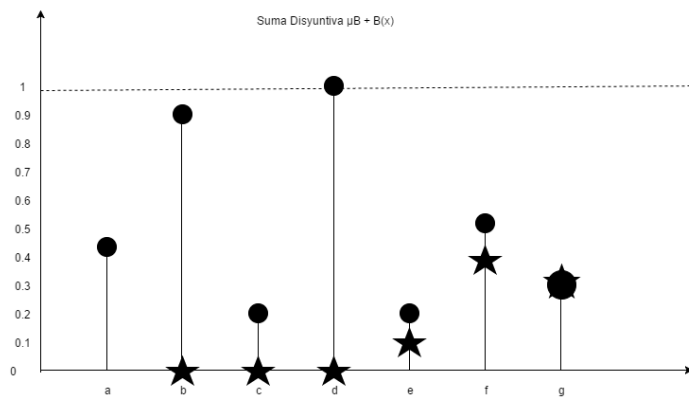
a	b	c	d	e	f	g
0.7	0.9	1	1	0.5	0.4	0.3

$$(30) \quad \underline{B}_1 \cap \underline{B}_2 = \begin{array}{|c|c|c|c|c|c|c|} \hline a & b & c & d & e & f & g \\ \hline 0.4 & 0.9 & 0.2 & 1 & 0.2 & 0.5 & 0.3 \\ \hline \end{array}$$

$$(31) \quad \oplus \quad \underline{B}_2 = (\underline{B}_1 \cap \underline{B}_2) \cup (\underline{B}_1 \cap \underline{B}_2) =$$

Expresándolo gráficamente:

Gráfica 15. Suma disyuntiva



Fuente: elaboración propia con datos de Gil, 2005.

También pueden existir referenciales infinitos; por ejemplo, en el caso de $\underline{B}_1$ y $\underline{B}_2$ se representa gráficamente la evolución de los valores asignados a las funciones características de estos subconjuntos.

La suma disyuntiva es la que se realiza entre dos intersecciones de subconjuntos, uniendo el valor más alto por cada variable. En este caso no es posible desarrollar esta operación porque, de los 36 descuentos de la ruta seleccionada, los 19 descuentos del 10% no dejan margen alguno para realizar la reventa, condicionalmente aquí se encuentra la utilidad del establecimiento, los 7 descuentos del 20% como se había mencionado, no dan margen a realizar reventa, son clientes de Botella Abierta y su venta de producto es para consumo dentro del lugar. Los descuentos restantes, son los que se incluyeron en el subconjunto analizado.

La medida es el concepto que debe satisfacer ciertas características, entre ellas la aditividad. Así, se tienen dos subconjuntos vulgares A y B, los cuales son disjuntos (no tienen elementos en común):

$$m(A \cup B) = m(A) + m(B)$$

Sin embargo, este concepto no puede ser utilizado fácilmente, pues cuando se pretende medir la sensación o percepción de alguien, únicamente se puede aplicar la valuación.

Ténganse ϕA y ϕB , donde ϕA está incluido en ϕB , por lo tanto, el nivel de pertenencia siempre será más alto en ϕB que en ϕA , determinando un concepto de “Sensación” en estos subconjuntos.

$$v(A) \leq v(B)$$

En el lenguaje ordinario es fácil confundir las nociones de azar e incertidumbre, así como las de probabilidad y posibilidad.

Por ejemplo, puede alguien decir: “Él tenía pocas probabilidades de estar aquí”. Al utilizar el vocablo “probable” la persona que habla expresa una pequeña estadística según las veces que alguien ha estado o no ha estado en ese lugar, para así poder determinar la probabilidad de tal acontecimiento. (Se habla de una probabilidad cuando es posible realizar una medida, pero si no resulta factible se puede recurrir a la posibilidad).

En la lógica difusa existen infinitud de conceptos de valuación, mientras que en la lógica normal se utiliza la probabilidad, donde solo existe un concepto. Para utilizar la valuación llamada “posibilidad”, se considera el referencial (2.3) designando a H como subconjunto borroso y a E como subconjunto borroso de comparación (también llamado ley de posibilidad).

ab	c	d	e	f	g	
0.3	0.8	0	1	0.4	0.2	0.5

$$(33) \quad H =$$

Se realiza una intersección:

ab	c	d	e	f	g	
0.3	0.4	0	0.2	0	0.2	0.2

$$A \cap H =$$

Determinando la posibilidad de intersección de μ_A y μ_H donde el resultado, es el máximo nivel obtenido entre μ_A y μ_H .

$$VH(A) = \text{Max}(0.3, 0.4, 0, 0.2, 0, 0.2, 0.2) = 0.4$$

Se expresa así:

$$VH(A) = \text{Max} \mu_A \cap H(X)$$

Una empresa tiene una oferta por parte de un proveedor en la que se especifica la cantidad y calidad de una materia prima, la cual normalmente se acepta rígidamente en adecuación al precio (hasta 50 si, más de 50 no). Sin embargo, puede existir una cierta flexibilidad al cerrar el trato, es decir, que hasta 50 existe una pertenencia y a partir de 60 existe una no pertenencia, pero las situaciones intermedias pueden ser estudiadas de acuerdo con una cierta graduación de interés.

Los referenciales infinitos son la representación gráfica de los subconjuntos, unión, intersección, complementación y suma disyuntiva sin un punto final entre cada elemento si no que los une como una gran área.

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para la segunda parte del sistema el modelo se enfoca en la determinación de un precio sugerido mediante funciones triangulares tomando en cuenta el precio menor y el precio mayor al que puede llegar el producto considerando de igual manera el precio de la competencia.

Tomando como medida los productos más populares de la empresa en la agencia prueba.

Tabla 1: Precios de la cerveza en el mercado

PRECIO	CERVECERÍA	COMPETENCIA
PRECIO REGULAR	395	363
PRECIO MÍNIMO	321	327
PRECIO MAYORISTA	316	276

Fuente: elaboración propia con datos del instrumento aplicado.

$$\mu = \frac{-x+395}{330}$$

$$\mu = \frac{x-260}{70}$$

$$\frac{-x+395}{330} = \frac{x-260}{70}$$

$$(70) \cdot (-x+395) = (x-260) \cdot (330)$$

$$-70x + 27,650 = 330x - 85,800$$

$$85,800 + 27,650 = 330x + 70x$$

$$113,450 = 400x$$

$$\frac{113,450}{400} = x$$

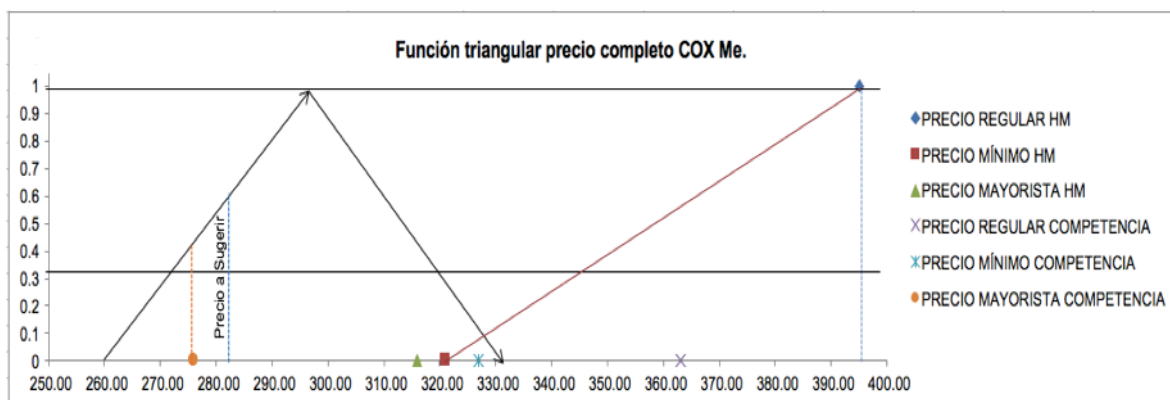
$$283.62 = x$$

Sustitución

$$\frac{-283.62+395}{330} = \frac{283.62-260}{70}$$

$$.3375 = .3374 \text{ Nivel de pertenencia}$$

Gráfica 16. Función triangular precio completo COX Me



Fuente: elaboración propia.

Para realizar esta función triangular se tomaron en cuenta los precios más altos tanto de Cervecería HM y de la competencia con rango de 70 (el rango es muy alto para que los 6 precios pudieran entrar como base).

La operación indica (\$283.62) lo cual muestra un precio más acercado al de la competencia (\$276), sustituyendo en X da un resultado redondeado de (0.30) en una escala del 0 al 1 donde 0 no pertenece y 1 pertenece totalmente es decir que tiene que el precio de (\$277.68) tiene una rentabilidad de 30 %.

Sin embargo, se elaboró una prueba igual especialmente en el precio de mayoreo de \$316 donde:

$$\mu = \frac{-x+316}{300}$$

$$\mu = \frac{x-260}{40}$$

$$\frac{-x+316}{300} = \frac{x-260}{40}$$

$$(40) - x + 316 = x - 260 (300)$$

$$-40x + 12,640 = 321x - 78,000$$

$$12,640 + 78,000 = 300x + 40x$$

$$90,640 = 340x$$

$$\frac{90,640}{340} = x$$

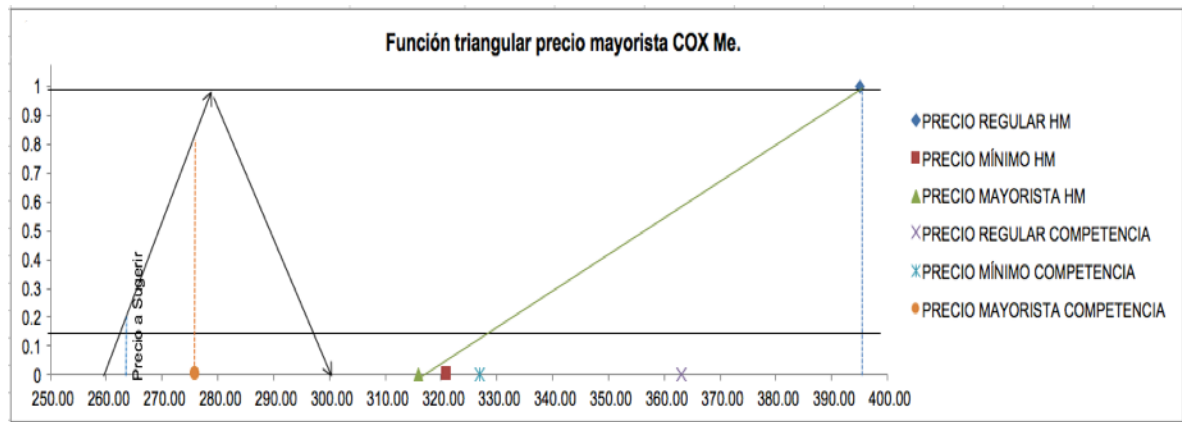
$$266.58 = x$$

Sustitución

$$\frac{-266.58+316}{300} = \frac{266.58-260}{40}$$

.1647=.1645 Nivel de pertenecía

Gráfica 17. Función triangular precio mayorista COX Me



Fuente: elaboración propia.

El precio de mayoreo está dentro un rango de 40 (el rango se especifica de esta manera para poder establecer la gráfica los precios de mayoreo que actualmente se encuentra la compañía y la competencia) lo que da \$266.58 al sustituir se puede ver que el nivel de pertenencia queda en .1647 mostrando que es muy poca la ganancia con un precio bajo.

CONCLUSIÓN

Puntualizando a la empresa el diagnóstico que se realizó a permitido concluir que el modelo existente de determinación de precios se ejecutó mediante una serie de encuestas programadas hacia los clientes, visualizando una parte antigua sobre la automatización de precios puntualizando al consumidor final, sin embargo, no considera al mayorista ni al detallista, provocando un distanciamiento de precios entre la empresa y el cliente directo dejando al comprador escoger entre la empresa y otros usuarios de la misma como

proveedores recurrentes, resultando una baja venta del producto en las rutas que atienden pequeños negocios

Al analizar las ventas de la ruta de mayoristas se encontró que estos mismos clientes cuentan con una gama de productos de otra compañía la cual hace que el precio entre el producto de esta cervecera y la competencia tenga una gran diferencia, originando que la agrupación de competencia no solo aplique un descuento de mayorista si no también un precio especial asumiendo un problema directo con el precio completo hacia el cliente.

Es importante destacar que a nivel social este sistema tiene la capacidad de impactar el proceso no solo de resolución si no de visualización de problemas, las personas se enfrentan a diferentes inconvenientes y lo resuelven de maneras distintas al emplear esta mecánica a situaciones exactas que se desarrollan momentáneamente día con día puede llegar a valorizar en números definiciones de lenguaje común como “mucho”, “poco”, “muy caliente”, etc.

Actualmente existe toda una variante de sistemas alternativos en cuestiones económicas mundiales, las TIC poco a poco toman el control del juego dejando grandes expectativas e incógnitas entre los agentes participantes; el más popular de ellos es el blockchain sistema por el que se rige la más popular de las criptomonedas, el cual poco a poco entra en otros niveles como el político donde a partir del 2017 Rusia implemento blockchain en su gobierno (cointelegraph, 2017) y de igual manera algunas empresas internacionales han adoptado este como parte de sus operaciones.

Sabiendo esto, se puede determinar que modelos menos complejos como el de lógica difusa puede tener un gran impacto en algún funcionamiento político o económico local dando importancia problemas entre la comunidad con decisiones complejas traducidas a lenguaje matemático lo cual permitiría tener una clara visión de cómo tomar cada situación bajo el complejo de la decisión humana.

REFERENCIAS

- Alonso, Sergio. (18 de octubre de 2013). dma. Recuperado el 3 de enero de 2018, de [emathteacher: dma.fi.upm.es](mailto:emathteacher@dma.fi.upm.es)
- Cointelegraph. (2017). Cointelegraph. Recuperado el 20 de enero de 2018, de es.cointelegraph.com
- Cunico, Laura. (2013). Una aplicación de lógica difusa en el modelado de una cadena de suministros con incertidumbre en el abastecimiento de materiales. *Iberoamerican Journal Of Industrial Engineering*, 265-280.
- Duran, Isabel. (2000). *Logica Borrosa*. Universidad Carlos III. Madrid: Universidad Carlos III.
- Lazzarri, Luisa. (2007). Los conjuntos borrosos: una introducción. *Cuadernos del CIMBAGE*, 1-25.
- Lira, Balcells. (2015). Mercado mundial cervecero crece 2%. . Recuperado el 5 de noviembre de 2017, de *Reforma*: www.reforma.com
- Pérez, Rolando. (11 de julio de 2010). Sistemas de inferencia basados en Lógica Borrosa: Fundamentos y caso de estudio. *Revista de investigación de sistemas e informática*.
- Rico, Marco. (2008). *Matemática borrosa: algunas aplicaciones en las ciencias económicas, administrativas y contables*. Recuperado el 2 de Marzo de 2016, de *aprende en línea*: <https://aprendeonline.udea.edu.co/revistas/index.php/cont/article/view/2169/1763>
- Soto, Orquídea. (2015). Industria cervecera un mercado a prueba de crisis. Recuperado el 29 de marzo de 2016, de *Forbes México*: www.forbes.com.mx

Estudios de Economía Regional Aplicada

Volumen I

Universidad Autónoma de Coahuila.

Edición digital abril 2022