

# FINANZAS INTERNACIONALES Y DESARROLLO ECONÓMICO: TEMAS CONTEMPORÁNEOS DE INVESTIGACIÓN

Víctor Hugo Gualajara Estrada  
Antonio Ruiz Porras  
*Coordinadores*

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Finanzas internacionales  
y desarrollo económico: temas  
contemporáneos de investigación

## **Autores**

Edith Paloma Airada Hernández  
Rafael Salvador Espinosa Ramírez  
Carlos Ignacio García Jiménez  
Leonardo Adalberto Gatica Arreola  
Víctor Hugo Gualajara Estrada  
Jonathan Haro Núñez  
Claraliz Heráldez León  
Clemente Hernández Rodríguez  
Patricia Murrieta Cummings  
Andrés Jerson Millán López  
José Antonio Olivares Mendoza  
Sandra Ivett Portugal Padilla  
Mauricio Ramírez Grajeda  
Baruch Ramírez Rodríguez  
Antonio Ruiz Porras  
Guillermo Sierra Juárez  
Xochitl Valdez Castro  
Laura Selene Vielmas García

# Finanzas internacionales y desarrollo económico: temas contemporáneos de investigación

VÍCTOR HUGO GUALAJARA ESTRADA

ANTONIO RUIZ PORRAS

*Coordinadores*



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS ECONÓMICO ADMINISTRATIVAS



**DEEC**

DOCTORADO EN  
ESTUDIOS  
ECONÓMICOS



Cuerpo Académico UDG-CA-826  
Temas de Economía Internacional, Finanzas y Desarrollo



Este libro fue financiado con recursos de: 1) El Programa de Fortalecimiento de la Calidad Educativa (PFCE, Convocatoria “Consolidación de la Capacidad Académica del Profesorado del CUCEA”); 2) el Subsidio Ordinario Federal 2019 del Departamento de Métodos Cuantitativos para el proyecto 245834; y, 3) el Programa de Incorporación y Permanencia de Posgrado en el Programa Nacional de Posgrado de Calidad (PROINPEP, Acuerdo RG/026/2019) para el Doctorado en Estudios Económicos.

El material publicado fue dictaminado por investigadores con amplio reconocimiento científico bajo el sistema doble ciego emitido por académicos (internos o externos) a esta institución, especialistas en la materia.

Primera edición, 2020

D.R. © 2020, Universidad de Guadalajara  
Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas  
Periférico Norte # 799,  
Núcleo Universitario Los Belenes,  
CP 45100, Zapopan, Jalisco, México.

**ISBN 978-607-571-010-5**  
**e-ISBN 978-607-571-049-5**

Impreso y hecho en México  
*Printed and made in Mexico*

# CONTENIDO

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| Introducción . . . . .        | 7 |
| Víctor Hugo Gualajara Estrada |   |
| Antonio Ruiz Porras . . . . . | 7 |

## FINANZAS INTERNACIONALES

|                                                                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| CAPÍTULO 1. El papel que desempeña la religión sobre la decisión de colocación de inversión extranjera directa . . . . . | 15 |
| Edith Paloma Airada Hernández                                                                                            |    |
| Rafael Salvador Espinosa Ramírez                                                                                         |    |

|                                                                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| CAPÍTULO 2. Criptomonedas en América Latina y China: el rol del e-commerce y la especulación financiera . . . . . | 51 |
| Víctor Hugo Gualajara Estrada                                                                                     |    |
| Laura Selene Vielmas García                                                                                       |    |

|                                                                                                                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| CAPÍTULO 3. Los mercados de valores y de bonos estadounidenses y la valuación bursátil de las firmas industriales de los países de la Alianza del Pacífico. . . . . | 69 |
| Antonio Ruiz Porras                                                                                                                                                 |    |
| Claralíz Heráldez León                                                                                                                                              |    |

|                                                                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| CAPÍTULO 4. Contraste de rendimiento y cobertura de portafolios combinando divisas y criptomonedas . . . . . | 93 |
| Guillermo Sierra Juárez                                                                                      |    |
| Sandra Ivett Portugal Padilla                                                                                |    |

## DESARROLLO ECONÓMICO

|                                                                                                           |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| CAPÍTULO 5. Evaluación de la relación entre las exportaciones y la acumulación de deuda pública . . . . . | 125 |
| Carlos Ignacio García Jiménez                                                                             |     |

|                                                                                                                                                                      |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| CAPÍTULO 6. Ciencia, tecnología e innovación chinas:<br>implicaciones para el futuro de América Latina y el Caribe . . . . .                                         | 155 |
| Clemente Hernández-Rodríguez                                                                                                                                         |     |
| José Antonio Olivares Mendoza                                                                                                                                        |     |
| CAPÍTULO 7. La moda, ¿armadura o espada? trabajo infantil<br>en la industria de la moda en México . . . . .                                                          | 187 |
| Leonardo A. Gatica Arreola                                                                                                                                           |     |
| Patricia Murrieta Cummings                                                                                                                                           |     |
| CAPÍTULO 8. Análisis espacial de crecimiento económico<br>municipal en Jalisco mediante fotos satelitales. . . . .                                                   | 219 |
| Jonathan Haro Nuñez                                                                                                                                                  |     |
| Mauricio Ramírez Grajeda                                                                                                                                             |     |
| Andrés Jerson Millán López                                                                                                                                           |     |
| CAPÍTULO 9. El impacto del trabajo infantil y el orden<br>de nacimiento sobre la distorsión de grado para la edad<br>en áreas urbanas de México, 1987-2014 . . . . . | 281 |
| Xochitl Valdez Castro                                                                                                                                                |     |
| Baruch Ramírez Rodríguez                                                                                                                                             |     |
| SEMBLANZAS . . . . .                                                                                                                                                 | 315 |

# INTRODUCCIÓN

VÍCTOR HUGO GUALAJARA ESTRADA

ANTONIO RUIZ PORRAS

Tradicionalmente, las finanzas internacionales y el desarrollo económico han sido disciplinas académicas con escasas vinculaciones entre sí. Sin embargo, tras la crisis global de 2008 y la subsecuente necesidad de que las economías vuelvan a la senda del crecimiento económico, se ha renovado el interés por estudiar ambas disciplinas y sus relaciones. Particularmente, en el libro que aquí se presenta, *Finanzas internacionales y desarrollo económico: temas contemporáneos de investigación*, se compilan algunos estudios relativos al estado del arte en ambas disciplinas donde participaron académicos, estudiantes y egresados vinculados al cuerpo académico UDG-CA-826, “Temas de economía internacional, finanzas y desarrollo”, de la Universidad de Guadalajara.

Los estudios incluidos en este libro muestran la utilidad de estudiar los fenómenos económicos y financieros desde una perspectiva multidisciplinaria e interdisciplinaria. Por esta razón, muchos estudios refieren a temas de investigación que no suelen ser comúnmente analizados en la literatura económica y financiera. En este contexto, los estudios evidencian la utilidad del trabajo colaborativo que ha existido entre los miembros del mencionado cuerpo académico con los estudiantes y egresados de los programas de posgrado. De hecho, los temas de investigación analizados aquí no solo reflejan los intereses de los académicos, sino también aquellos de los estudiantes y egresados. Por estas



razones, los estudios abordan temas de interés para los académicos, los hacedores de políticas y el público.

Analíticamente, el libro se organiza en dos partes y nueve capítulos. La primera parte, “Finanzas internacionales”, incluye cuatro capítulos dedicados a temas de interés contemporáneo en el ámbito de los mercados financieros internacionales. En particular, los temas estudiados en dichos capítulos son los siguientes: 1. el papel de la religión sobre las decisiones de colocación de inversión extranjera directa; 2. el rol del *e-commerce* y la especulación con criptomonedas en América Latina y China; 3. la administración de riesgos mediante portafolios de inversión que usan divisas internacionales y criptomonedas; y 4. los efectos de los mercados financieros estadounidenses en la valuación bursátil de firmas industriales de los países de la Alianza del Pacífico.

En el primer capítulo del libro, “El papel que desempeña la religión sobre la decisión de colocación de inversión extranjera directa”, Rafael Salvador Espinosa Ramírez y Edith Paloma Airada Hernández investigan la vinculación entre la religión y la IED. Específicamente, los autores estiman el impacto de la diversidad religiosa sobre la atracción de IED mediante un análisis espacial usando datos del periodo 2000-2010. Los autores concluyen que los inversionistas prefieren invertir en países que son religiosamente más diversos, complementando así algunos hallazgos referidos a la vinculación positiva entre la diversidad religiosa y el comercio internacional. Sin embargo, también concluyen que la diversidad religiosa no es una variable fundamental para atraer inversión extranjera.

En el segundo capítulo, “Criptomonedas en América Latina y China: el rol del *e-commerce* y la especulación financiera”, Víctor Hugo Gualajara Estrada y Laura Selene Vielmas García estudian los usos de las criptomonedas. Los autores contextualizan su estudio argumentando que la digitalización de los sistemas e instrumentos financieros, y las criptomonedas, fueron el resultado de la reestructuración de los sistemas financieros y bancarios ocurrida tras la crisis global de 2008. Asimismo, y tras haber analizado el

crecimiento y usos de las criptomonedas en las relaciones comerciales entre Latinoamérica y China, los autores discuten la posibilidad de que estas faciliten los rescates financieros, reduzcan la intermediación bancaria e incrementen el comercio digital en la economía global.

En el tercer capítulo, “Los mercados de valores y de bonos estadounidenses y la valuación bursátil de las firmas industriales de los países de la Alianza del Pacífico”, Antonio Ruiz Porras y Claraliz Heráldez León evalúan la relevancia de los mercados financieros estadounidenses para la valuación de acciones. El estudio utiliza estimaciones del modelo de Ohlson y una extensión de este. El análisis se sustenta en pruebas de raíces unitarias, regresiones para paneles de datos y estimadores de validez estadística. El principal hallazgo es que los precios de las acciones dependen directamente de la tasa de los bonos rezagada, no del índice Dow Jones. La muestra incluye datos trimestrales de ocho firmas industriales para el periodo 2000:01-2017:04

En el cuarto capítulo, “Contraste de rendimiento y cobertura de portafolios combinando divisas y criptomonedas”, Guillermo Sierra Juárez y Sandra Ivett Portugal Padilla construyen portafolios de acuerdo a la teoría de Markowitz con base en un universo de monedas tradicionales, en un conjunto de criptomonedas y en una combinación de ambas. Los portafolios generados se utilizan para realizar una cobertura con futuros sobre criptomonedas y para hacer una estimación de su valor en riesgo (var). Sus hallazgos muestran que, en prácticamente todos los escenarios de portafolios óptimos, la elección de activos casi siempre incluyó a monedas tradicionales, tales como la libra turca, el real brasileño y el rublo ruso, y a alguna criptomoneda.

La segunda parte del libro, “Desarrollo económico”, incluye cinco capítulos, referidos a temas que han estado en la agenda pública del desarrollo en la última década y que, por esta razón, comparten una perspectiva interdisciplinaria y multidisciplinaria. Particularmente, los temas estudiados aquí son los siguientes: 1. las relaciones entre las exportaciones y la acumulación de deuda

pública en Estados Unidos; 2. las políticas chinas sobre ciencia, tecnología e innovación y el desarrollo de América Latina y el Caribe; 3. el trabajo infantil en la industria de la moda en México; 4. el uso de satélites para investigar el crecimiento económico municipal; y 5. los efectos del trabajo infantil y del orden de nacimiento sobre el desempeño escolar en áreas urbanas de México.

En el quinto capítulo, “Evaluación de la relación entre las exportaciones y la acumulación de deuda pública”, Carlos Ignacio García Jiménez estudia la hipótesis de existencia de una relación entre la acumulación de deuda gubernamental y las exportaciones, pero intermediada por el tipo de cambio. Esta hipótesis la evalúa usando pruebas de causalidad de Granger y un modelo vectorial autorregresivo para datos anuales de la economía estadounidense del periodo 1973-2010. Sus resultados sugieren que la acumulación de deuda federal de Estados Unidos no tuvo efectos directos sobre las exportaciones de dicho país. Sin embargo, sus resultados validan que los cambios en deuda gubernamental tuvieron efectos sobre el tipo de cambio y que esta última variable sí tuvo efectos causales directos sobre las exportaciones.

En el sexto capítulo, “Ciencia, tecnología e innovación chinas: implicaciones para el futuro de América Latina y el Caribe”, Clemente Hernández Rodríguez y José Antonio Olivares Mendoza argumentan que los países de América Latina y el Caribe deben redefinir su inserción en la economía mundial y dar prioridad a sus relaciones con China en materia de inversión, comercio y desarrollo de ciencia y tecnología. Particularmente, los autores argumentan que el desarrollo de la ciencia y la tecnología entre China y los países latinoamericanos le quitará el monopolio del conocimiento a las transnacionales. Más aún, sugieren que China permitirá orientar el desarrollo de la ciencia con base en los intereses de la sociedad.

En el séptimo capítulo, “La moda, ¿armadura o espada? Trabajo infantil en la industria de la moda en México”, Patricia Murrieta Cummings y Leonardo A. Gatica Arreola analizan la cadena de suministros de la industria de la moda en México.

A partir de entrevistas a profundidad con dueños de maquilas, comerciantes, obreros y menores, los autores analizan los factores que han facilitado la presencia de menores trabajando en una industria que ha asumido una postura de tolerancia cero frente al trabajo infantil y forzado. Los autores concluyen que el crecimiento de la cadena de suministros y la heterogeneidad en la aplicación de las políticas de inspección del trabajo, en un contexto de pobreza y falta de alternativas laborales, han permitido que haya niños y niñas trabajando.

En el octavo capítulo, “Análisis espacial de crecimiento económico municipal en Jalisco mediante fotos satelitales”, Mauricio Ramírez Grajeda, Jonathan Haro Núñez y Andrés Jerson Millán López estudian el desempeño económico municipal usando datos satelitales del periodo 1992-2013. Los autores muestran que existe autocorrelación espacial positiva y significativa de las observaciones mediante un modelo econométrico espacial. Este resultado sugiere que el crecimiento económico de municipios más desarrollados, digamos, los que integran la Zona Metropolitana de Guadalajara, afecta positivamente el progreso de otros municipios aledaños. Más aún, dicho resultado sugiere la existencia de una economía centralizada en el estado mexicano de Jalisco.

En el noveno capítulo, “El impacto del trabajo infantil y el orden de nacimiento sobre la distorsión de grado para la edad en áreas urbanas de México, 1987-2014”, Xochitl Valdez Castro y Baruch Ramírez Rodríguez estudian la relación entre el trabajo infantil y la educación. Sus hallazgos muestran que un niño que trabaja tiene un 4.4 % más de probabilidad de sufrir rezago educativo. Asimismo, muestran que las niñas que viven en hogares pobres y extremadamente pobres tienen una probabilidad menor de experimentar una distorsión de la edad escolar que las niñas de familias no pobres. Los autores sustentan dichas conclusiones usando el indicador SAGE, técnicas de modelación probabilística y datos de la Encuesta Nacional de Empleo y Ocupación y de la Encuesta Nacional de Empleo Urbano.

Finalmente, no sobra enfatizar las contribuciones de los estudios contenidos en este libro. Estas contribuciones refieren al estudio de temas que han ganado recientemente la atención a nivel global; asimismo, al uso de una perspectiva multidisciplinaria e interdisciplinaria para estudiar temas vinculados a las finanzas internacionales y al desarrollo económico. Además, las contribuciones refieren al fortalecimiento de los vínculos entre los académicos y entre los académicos con los estudiantes y egresados para desarrollar investigaciones de interés común. Por estas razones, cabría esperar que los estudios incluidos en este libro sean de interés para los académicos, los estudiantes, los hacedores de políticas y el público interesado en la economía y las finanzas.

# FINANZAS INTERNACIONALES





# CAPÍTULO 1

## EL PAPEL QUE DESEMPEÑA LA RELIGIÓN SOBRE LA DECISIÓN DE COLOCACIÓN DE INVERSIÓN EXTRANJERA DIRECTA

EDITH PALOMA AIRADA HERNÁNDEZ  
RAFAEL SALVADOR ESPINOSA RAMÍREZ

### 1. Introducción

La globalización ha permitido que se vayan creando diversos acuerdos, tratados y convenios internacionales, por tal motivo, los países deberían tomar en cuenta las variables relacionadas en el proceso de globalización y no solo económicas, sino también políticas, culturales y legales. Tanto la globalización como la interdependencia comercial mundial han ido creando la necesidad de establecer lazos entre personas con orígenes, tradiciones y costumbres distintas, por ello es crucial conocer el estilo, las formas, momentos, creencias y modos de negociar de otras culturas, con el propósito de crear una relación de largo plazo, propia de un enfoque de empresa orientada al mercado, a fin de obtener los mejores niveles de rentabilidad posible (Okabe y Carrillo, 2014).

Con la apertura comercial se comenzaron a presentar diversas oportunidades; algunas de ellas son la privatización de empresas públicas, fusiones, concesiones otorgadas por los gobiernos latinoamericanos a empresas extranjeras. Todo esto dio paso a la entrada de la inversión extranjera directa (IED). Asimismo, con la

entrada de las reformas económicas, algunos de los dueños de las empresas latinoamericanas se decidieron por vender o fusionar sus empresas (Mogrovejo, 2005).

Según la teoría económica convencional, la inversión extranjera directa funciona como un gran impulsor del desarrollo, particularmente para las economías receptoras. La relevancia de este concepto inicia a finales de los años ochenta, cuando el Fondo Monetario Internacional y el Banco Mundial promovieron en los países periféricos la aplicación de las medidas solicitadas por el Consenso de Washington: privatizaciones, reducción de la inversión del sector público y liberalización comercial y financiera. La IED, a partir de entonces, pasó a convertirse en una de las principales fuentes de financiación de los países empobrecidos (Arahuetes y García, 2007).

El país receptor de la inversión extranjera directa generalmente espera de esta que tras su llegada se creen empleos, tecnologías, nuevas ideas y prácticas de trabajo, mayores recaudaciones impositivas, creación de tejidos industriales, entre otras cosas, que ayuden al crecimiento de dicho país receptor. Algunas de las razones por las cuales las firmas comprometen sus inversiones con otros países son obtener recursos naturales de los cuales necesita y mano de obra a costos bajos, así como llegar a mercados más grandes o que se encuentran en crecimiento.

Los beneficios de la inversión extranjera directa incluyen la recaudación de fondos, la adquisición de tecnología y conocimientos actualizados, la mejora de la capacidad de gestión, el aumento del empleo, la mejora de la balanza de pagos y el aumento de la competencia (Adeoye, 2009). En otras palabras, la principal razón de la importancia de esta cuestión es la posibilidad de transferencia de recursos de producción (capital, conocimientos técnicos y gestión) a los países en desarrollo a través de la inversión extranjera directa.

Retrocediendo en la literatura y situándonos en la aportación de Dunning (1993), acerca del paradigma ecléctico o modelo OLI que habla de tres variables: *Ownership* (propiedad), *Location*

(localización) e *Internalization* (internalización), las cuales tienen el fin de explicar la inversión extranjera directa, vemos que Dunning aporta características tanto económicas, como sociales y políticas, que influyen en la toma de decisión del lugar de ubicación de la inversión extranjera directa. Con el paso de los años y con base en la literatura de Krugman (1992), se le han ido agregando otros factores o identificando factores que se consideran más determinantes a la hora de la colocación de la inversión, como los modelos de geografía económica, que se integran con las otras variables; dentro de esas variables de geografía económica se encuentran la concentración de las actividades económicas, rendimientos crecientes de escala y costos de transporte.

Recientemente, la literatura en economía internacional se ha preocupado cada vez más por descubrir los determinantes culturales de los intercambios económicos. La investigación empírica es la idea de que la cultura puede ser pensada como un sistema integral de valores morales y estándares de comportamiento que emerge para fomentar la confianza y la cooperación económica en las comunidades humanas (Henrich *et al.*, 2004).

Entre los posibles vectores de proximidad cultural, la religión ha recibido cierta atención especial. Estudios han podido demostrar la existencia de una correlación empírica entre el nivel de diversidad religiosa dentro de un país y sus perspectivas de crecimiento económico; los individuos acostumbrados a la diversidad religiosa deberían estar más dispuestos a explorar y participar en oportunidades de intercambios económicos. En el caso de Arrow (1972), este hace alusión a la religión a través de la cultura, siendo característica de la religión, y su relación con los intercambios comerciales; por otro lado, tenemos a autores como Barro y McCleary (2003), quienes establecen su aportación en cuanto a la religión y el crecimiento económico, seguidos por Helble (2007) y Dolansky y Alon (2008).

La diversidad religiosa difiere considerablemente según la región geográfica. Entre las seis regiones analizadas, la región de Asia y el Pacífico tiene el mayor nivel de diversidad religiosa,

seguida de África subsahariana. Europa y América del Norte tienen un nivel moderado de diversidad religiosa, mientras que las regiones de América Latina-Caribe y Oriente Medio-Norte de África tienen un bajo grado de diversidad religiosa (PEW Research Center, 2014).

La pretensión de este documento es mostrar si los resultados obtenidos a lo explicado anteriormente en relación al crecimiento económico y los intercambios comerciales, pueden aplicarse en el caso en particular de la inversión extranjera directa (IED). El enfoque del texto gira sobre dos razones principales en cuanto al interés en particular de este tipo de inversión: la primera de ellas es que en la IED un inversionista tiene la potestad de decisión para realizar una transferencia de capital hacia un país extranjero, con la capacidad de repatriar sus ganancias; la particularidad de este tipo de inversión en el largo plazo cuenta con cierto grado de desconfianza, ya que implica costos que pueden llegar a ser irrecuperables; entonces, como ya se mencionó en párrafos anteriores, la religión tiene un efecto sobre los intercambios económicos a través de la confianza, y esto debe significar una implicación fuerte también para el caso de la inversión extranjera directa. La segunda razón es que se cuenta con documentos que han estudiado el efecto de la religión sobre el comercio, pero no ha sido el caso con la IED; se han hecho estudios sobre factores culturales que son los más cercanos a la religión, pero el caso religión-IED no ha sido analizado.

Se cree pertinente realizar un estudio que brinde un conocimiento del grado de influencia de la religión con relación a la llegada de las inversiones extranjeras, de modo que esto permita conocer mejor dónde concretar inversiones y que estas sean lo más eficientes posible, evitando problemas y minimizando costos de transacción; ya que se puede adquirir el conocimiento del grado de influencia de la religión en los tomadores de decisiones y más fácil será entonces identificar la compatibilidad con la de otras naciones. Además, las investigaciones en torno al tema son reducidas, la mayoría de los estudios se enfocan más en los deter-

minantes económicos, que sin duda son importantes e influyen, pero los factores culturales y, acotando un poco más, la religión, podrían desempeñar un papel importante a la hora de decidir dónde colocar la inversión en la mente de los empresarios.

La literatura nos ha llevado a concluir lo siguiente: el efecto de la proximidad religiosa en los intercambios económicos está mediado por un aumento del nivel de confianza bilateral, y los pares de países más religiosamente diversos suelen mantener niveles más altos de intercambios económicos.

Entonces:

Si hay un impacto en los intercambios económicos, ¿la diversidad religiosa podría también influir en la inversión extranjera directa?

El objetivo de la investigación es ver el papel que desempeña la religión sobre la decisión de dónde colocar la inversión extranjera directa a nivel mundial, sin hacer distinción entre las religiones. De forma más específica, se trata de estimar el impacto de la diversidad religiosa sobre la atracción de IED a nivel mundial, y se hará un análisis espacial para sustentar la relación y el impacto de la religión en la IED, dejando como hipótesis de la investigación que la diversidad religiosa influye al momento de los inversionistas decidir en qué otro país colocar la inversión extranjera directa.

La metodología que utilizamos para probar nuestra hipótesis consiste en el uso de econometría espacial de la IED, con un conjunto de datos que nos brinda la proporción de la población afiliada a cada una de las siete denominaciones religiosas, sin hacer distinción sobre alguna de ella, con una muestra de 161 países, y se va a utilizar el índice diversidad religiosa, el cual será creado para el año 2010, y se establecerá una comparación con los años 2000 y 2005, con una muestra de 154 y 158 países, respectivamente. El índice creado de diversidad religiosa es con base a datos obtenidos por *World Religion Data*. En esta investigación se realizará únicamente el análisis de datos espaciales, dejando como investigación futura la aplicación como tal de la función de econometría espacial para medir el impacto de la religión y la

entrada de IED de los países vecinos sobre la entrada de IED del país de análisis.

## 2. El impacto de la religión sobre los intercambios económicos

La investigación empírica concibe la idea de que la cultura puede ser pensada como un sistema integral de valores morales y estándares de comportamiento que emerge para fomentar la confianza y la cooperación económica en las comunidades humanas (Henrich *et al.*, 2004). Entre los posibles vectores de proximidad cultural, la religión ha recibido cierta atención especial, sobre todo a partir de la aportación de Weber (1904) en su escrito sobre la ética protestante, que concibe a la religión como los valores morales y el estándar conductual que son específicos de cualquier cultura, un *ethos* colectivo.

De acuerdo a Arrow (1972), “toda transacción comercial tiene en sí misma un elemento de confianza”, de modo que la cultura puede tener un impacto significativo en los intercambios comerciales. Haciendo uso de la proximidad que mantiene la religión con la cultura, se podría decir que también la religión impacta en los intercambios comerciales. La proximidad religiosa en los intercambios económicos está mediado por un aumento del nivel de confianza bilateral. Por otro lado, y siguiendo el camino de la investigación abierta por Barro y McCleary (2003) en relación a la religión y el crecimiento económico, autores como Helble (2007) y Dolansky y Alon (2008) han realizado algunos estudios empíricos en economía internacional, encontrando una sólida correlación empírica entre el nivel de diversidad religiosa dentro de un país y sus perspectivas de crecimiento económico. Para el comercio interreligioso, los estudios indican que varias religiones expresan preferencias claras en cuanto a con quien intercambiar o no. Los resultados indican que la apertura religiosa aumenta el rendimiento comercial de los países.

Particularmente, el estudio empírico realizado por Helble (2007) considera el efecto a nivel de países pares de la similitud y la diversidad religiosa para fomentar el comercio; su resultado es que el efecto ocasionado por la diversidad religiosa es mucho más fuerte que el provocado por la proximidad religiosa, confirmando que la religión sí tiene un efecto en el comercio, y que una religión común puede favorecer el comercio, pero la presencia de varias religiones en un país tiende a ser más preferida.

Se ha mostrado que los países que son religiosamente más diversos suelen ser más abiertos, innovadores y menos adversos al riesgo; acostumbrados a tanta diversidad religiosa se encuentran más dispuestos a explorar y participar en las oportunidades de intercambios económicos, debido a poseer una mentalidad más abierta y una capacidad para comprender diferentes opiniones. Wilson (2002) y Atran y Norenzayan (2004) consideran a la religión como vía para inculcar valores morales específicos y estándares de comportamiento en un grupo de individuos. En los países desarrollados, donde la religión desempeña un rol social menos directo, los valores morales y los estándares de comportamiento influyen en la forma en la cual los individuos manejan sus interacciones diarias (Kaufmann, 1997).

Cuando se trata de transacciones económicas, hay muchas formas a través de las cuales una parte puede intentar liberarse de su contraparte, de modo que la confianza debe ser un elemento importante de cualquier transacción comercial. Por el lado de la investigación empírica está la aportación de Guiso *et al.* (2009): sus resultados arrojan que la similitud religiosa tiene un impacto positivo en la confianza en comparación con un caso en el que no se comparte una religión común, muestran que la varianza en los niveles de confianza bilateral que se explica por la proximidad religiosa tiene un impacto significativo en el volumen de comercio que se produce entre los países europeos.

Para seguir hilando las investigaciones de la religión con los intercambios económicos y descender a la IED, se hablará un poco sobre el papel de las instituciones y las implicaciones de estas

en los intercambios económicos, tomando las investigaciones de North (1990) y Grief (1994) para realizar ciertas argumentaciones. Primero, una institución es definida por las reglas del juego de una sociedad, las restricciones humanamente diseñadas que dan forma a la interacción humana. Este conjunto de reglas y restricciones a las cuales se les puede llamar instituciones formales, se crearon con la finalidad de regular comportamientos de conducta y promover la confianza en las interacciones sociales y económicas.

Contar con cierta semejanza religiosa ayuda a generar confianza y promover intercambios económicos para los países que cuentan con instituciones relativamente débiles; en estos países las instituciones nacionales definen y protegen de forma inconsciente los derechos de propiedad, fungiendo la proximidad religiosa como una forma de lidiar con la incertidumbre, asegurando que la confianza sea recíproca. La proximidad religiosa pierde ventaja ante los países que cuentan con instituciones que incurrir en costos y los trabajan de forma eficiente para el fomento de la confianza. En el caso de los países más desarrollados institucionalmente, la proximidad religiosa tendría que ejercer un menor grado de influencia sobre el volumen de los intercambios económicos.

Los países desarrollados institucionalmente mantienen una mayor posibilidad de obtener beneficios al albergar un alto número de comunidades religiosas; por el contrario, los países con instituciones débiles generan tensiones en las relaciones comunitarias. Entonces, los intercambios económicos deberían ser más fuertes en los países religiosamente diversos con instituciones desarrolladas.

Hasta ahora, poco se ha tocado el tema de la inversión extranjera directa, pero es en este punto donde empieza a entrar el vínculo de todo lo mencionado con anterioridad respecto a la IED. En el estudio de Head y Ries (2008), estos hallan que aproximadamente dos tercios de la IED prefiere las fusiones y adquisiciones sobre la instalación de nuevas plantas, haciendo que se incurra



en ciertos costos de inspección; ellos argumentan que para que el empresario extranjero tenga control de sus activos extraterritoriales debe incurrir en costos de inspección de los gerentes filiales locales, y, así, menor será el valor de la empresa subsidiaria. Si dos empresas están compitiendo por y hacen una oferta a la subsidiaria, la que tenga un menor costo de inspección va a realizar una oferta mucho más alta. Con este ejemplo se propone una aproximación del efecto de la similitud religiosa para promover la confianza, reducir costos de inspección y promover la IED.

Una ejemplo para explicar cómo es que la confianza influye en la toma de decisiones de los inversionistas sobre dónde colocar su IED es el siguiente: un empresario tiene la posibilidad de invertir a largo plazo en el extranjero en otra empresa, pero antes de tomar la decisión de colocar su inversión tiene que comprobar si será rentable, por lo que debe incurrir en un costo de investigación, de modo tal que pueda asegurarse de que el valor actual de la inversión a largo plazo es positivo y logre la certeza sobre si es rentable o no. Una vez que se haya efectuado ese gasto en investigación y el valor presente sea positivo, lo siguiente es realizar un contrato con la empresa extranjera, donde el inversionista ha de asumir que el otro empresario va a cumplir con lo plasmado en dicho contrato, pero con el riesgo de la probabilidad de que no se cumpla.

### **3. Factores no económicos en la atracción de inversión extranjera directa**

Se ha venido demostrando que no únicamente los factores económicos tienen impactos sobre la decisión de los inversionistas en relación a dónde colocar su inversión, también existen factores no económicos, como pueden ser los culturales, que influyen y marcan una diferencia a la hora de decidir. Diversos autores han tomado el estudio de Hofstede (1980) para demostrar el impacto de las seis dimensiones creadas por dicho autor a fin de demostrar su influencia en los flujos de IED. Las dimensiones de Hofstede

son: la distancia de poder, control de la incertidumbre, individualismo o colectivismo, valores predominantes, el corto y largo plazo, e indulgencia y restricción; autores como Shane (1994), Ouchi (1980) y Drogendijka y Slangen (2006) han hecho uso de estas dimensiones.

Ghemawat (2001) y Frankel y Rose (2000) proponen una técnica para decidir dónde debe competir una empresa, hablan de los riesgos y costos que resultan de las barreras creadas por la distancia. La distancia no es solo separación geográfica, aunque eso es importante; la distancia también tiene dimensiones culturales, administrativas o políticas y económicas que pueden hacer que los mercados extranjeros sean considerablemente más o menos atractivos. Y hay una pregunta que se debe responder: ¿cuánta diferencia hace la distancia? Frankel y Rose hablan del impacto de varios factores en los flujos comerciales de un país. Los factores económicos tradicionales, como la riqueza y el tamaño del país, siguen siendo importantes. Pero otros factores relacionados con la distancia, según resulta, importan aún más. La distancia cultural y administrativa produce efectos aún mayores. Los atributos culturales de un país determinan cómo las personas interactúan entre sí y con empresas e instituciones. Las diferencias en creencias religiosas, de raza, sociales, en normas y lenguaje, son capaces de crear distancias entre dos países.

Cuando las empresas se diversifican más allá de sus fronteras nacionales, tienen que ajustarse a una cultura nacional extranjera. El modelo de etapa de Uppsala también tiene su base teórica en la teoría del comportamiento de la empresa. Este modelo enfatiza el aprendizaje, por ejemplo, la familiarización con otras culturas nacionales, como el motor del proceso de internacionalización de las empresas. Johanson y Wiedersheim-Paul (1975) aportan el concepto de distancia psicológica, la cual se define como el conjunto de factores que impiden u obstaculizan los flujos de información entre la empresa y el mercado, como, por ejemplo, diferencias lingüísticas, culturales, políticas, de nivel educativo o de desarrollo industrial. Esta variable adquiere especial impor-

tancia en la decisión de en qué mercados extranjeros penetrar en las primeras fases del proceso de internacionalización, momentos en que la empresa optará por aquellos mercados que revelen una distancia psicológica menor.

En las últimas décadas, la investigación de los negocios internacionales ha utilizado ampliamente el concepto de distancia cultural nacional para explicar el comportamiento de la expansión y el éxito de los afiliados de las empresas multinacionales (EMN). La distancia cultural nacional puede definirse como la medida en que las normas y valores compartidos en un país difieren de los de otro (Chen, 2002; Hofstede, 2001; Kogut y Singh, 1988). Una corriente de la investigación de los negocios internacionales que a menudo ha incluido la distancia cultural como variable explicativa es la de las opciones de los extranjeros en el modo de entrada por parte de las empresas multinacionales. La mayoría de los estudios en este curso han medido la distancia cultural entre el país de origen de una EMN y el país de destino.

Por otro lado, la mayoría de las naciones, particularmente aquellas con economías no desarrolladas o en desarrollo, están buscando activamente a fin de entender lo que se necesita para atraer la inversión extranjera directa. Se sugiere que los valores culturales de una nación pueden desempeñar un papel en la atracción de dicha inversión. North (1990 y 2005) postula que los modelos mentales del tomador de decisiones y todos los factores que permiten su construcción (instituciones, creencias, ideologías) son un elemento clave para comprender las decisiones tomadas en un momento dado y en un contexto dado.

En la literatura, algunos estudios intentaron identificar algunos determinantes no económicos de la inversión extranjera directa. Una modelización coherente de los flujos de inversión extranjera directa debe tener en cuenta no solo los determinantes tradicionales enumerados en la literatura, sino también variables relacionadas con el entorno institucional en el que se realiza dicha inversión. Un trabajo que se aproxima a lo mencionado es el de Altomonte (2000), quien en su investigación comprueba

la importancia del marco institucional como un determinante importante para la IED. Dorozynski, Dorozynska y Urbaniak (2014) son otros autores que han aportado sobre el papel que desempeñan las unidades de gobierno como instituciones en la atracción de IED, su estudio es aplicado para Polonia.

La literatura también menciona los determinantes culturales de las actuaciones económicas de las naciones, en particular, el papel primordial de la diversidad cultural en el marco de la búsqueda de oportunidades para los beneficios empresariales (Guiso, Sapienza y Zingales, 2009). Otros autores como Sherman, Bohlander y Snell (1995) señalan que la cultura es un fenómeno integrado y, al reconocer y acomodar tabúes, rituales, actitudes hacia el tiempo, estratificación social, sistemas de parentesco y muchos otros, un hombre moderno abrirá el camino a una mayor armonía y logro en el país.

La confianza desempeña también un papel importante. Fukuyama (1995) sostiene que la prosperidad económica y el éxito comercial no pueden explicarse adecuadamente por la abundancia de recursos naturales, el brillo del intelecto o la presencia de buenas leyes e instituciones. Tampoco el éxito capitalista es atribuible únicamente a las operaciones del interés racional y propio en entornos de libre mercado (el argumento neoclásico). Más bien, el éxito empresarial y la prosperidad económica requieren, además de los otros factores, de una cultura de confianza y una capacidad para lo que Fukuyama llama sociabilidad espontánea. Aunque la mayoría de las empresas económicas comienzan en las familias, a menudo quedan limitadas por una incapacidad para desarrollar relaciones de confianza más allá de la propia familia. Francia, China y el sur de Italia son ejemplos de estas sociedades de baja confianza. Entre la empresa familiar y el aparato estatal centralizado se carece de instituciones intermedias viables. Alemania, Japón y Estados Unidos ejemplifican las sociedades de alta confianza y, a pesar de profundas diferencias en muchos aspectos, tienen en común una historia de expansión económica y éxito. Edwards (1990), Gastanaga, Nugent y Pashamova (1998) y Haus-

mann y Fernandez-Arias (2000) son otros autores que enfocan sus investigaciones al papel de la confianza y la franqueza en la atracción de inversiones.

La distancia cultural tiene que ver con las posibles diferencias existentes en relación con la forma en que las personas de diferentes países observan ciertos comportamientos, que puedan influir en la validez de la transferencia de prácticas y métodos de trabajo de un país a otro. Se trata de la programación mental de las personas; se entiende que los individuos van aprendiendo esta programación a través de la familia, la escuela y las organizaciones donde se desenvuelven o interactúan. Por tanto, cada persona tiene una programación en parte compartida y en parte individual. La compartida son los valores universales y colectivos; la parte individual proviene de la región, la religión o la influencia familiar. Cada país va desarrollando patrones que originan la creación de una programación mental colectiva o generalizada (Hofstede, 1980 y 1991).

El modelo creado por Hofstede en relación a la cultura nacional se compone de seis dimensiones. Estas dimensiones culturales van a representar las preferencias que distinguen a un país de otro; las puntuaciones de los países sobre las dimensiones son relativas, ya que todos somos humanos y al mismo tiempo todos somos únicos. En otras palabras, la cultura puede ser utilizada de manera significativa en comparación.

Tenemos la expansión a través del índice de Kogut y Singh (1988), que se basa en las dimensiones de Hofstede (1980) de la cultura nacional. Aunque los estudiosos se han vuelto cada vez más críticos con respecto a este índice y al trabajo subyacente de Hofstede (por ejemplo, Schwartz, 1994; Steenkamp, 2001), los estudios en el extranjero han continuado dependiendo de ellos. Estos autores hacen una comparación de la aplicación de la teoría de Hofstede y Schwartz.

Existen otras investigaciones en torno a determinantes culturales, como es el caso de Blomkvist y Droogendijka (2013), que se cuestionan si la distancia psíquica y sus estímulos individuales

(diferencias en idioma, religión, cultura, desarrollo económico, sistemas políticos, educación y distancia geográfica) explican las inversiones chinas en el extranjero. Rihab y Lotfi (2011) tienen como objetivo de su investigación analizar los factores que explican la evolución de la inversión extranjera directa (IED) en los países en desarrollo. Utilizando datos de panel dinámicos, clasifican las variables de acuerdo con tres vectores: variables económicas (PIB, escolaridad, inflación y apertura económica), variables socioculturales (jerarquías, distancia e individualismo) y variables de control (control de la corrupción, estabilidad política y calidad del sistema de gobierno).

La mayoría de los estudios se enfocan más en los determinantes económicos, que sin duda son importantes e influyen, pero los factores culturales y, acotando un poco más, la religión, podrían desempeñar un papel importante a la hora de decidir dónde colocar la inversión en la mente de los empresarios. Si bien la literatura habla de los intercambios comerciales influenciados por la religión, la cual sí ha tenido efecto, propongo analizar el efecto que tendría la religión sobre la atracción de inversión extranjera directa, ya que poca es la aportación que se ha realizado entorno a ello; lo más cercano que se tiene, son las investigaciones en relación a la cultura.

#### 4. Metodología

Lo que ocurre en una ubicación específica tiende a ocasionar efectos sobre sus vecinos directos e incluso sobre otros, aparentemente remotos. En el estudio de cualquier fenómeno de carácter social o económico la ubicación geográfica de los agentes constituye un aspecto importante dentro de la especificación de los modelos econométricos, ya que puede existir algún efecto espacial que, de no ser incorporado en la especificación, podría afectar la validez del modelo. Ante toda esta situación, surge la necesidad de contar con herramientas apropiadas para el procesamiento,

descripción y análisis de la información, ya que los métodos tradicionales de la estadística descriptiva no tienen en cuenta la localización geográfica de los datos (Acevedo y Velásquez, 2008).

La econometría espacial es una herramienta que se enfoca principalmente en datos de corte transversal, como es el caso de la base de datos que en esta investigación se utiliza; al emplearse este tipo de datos se presentan dos efectos denominados espaciales: la heterogeneidad y la dependencia espacial. Con el fin de resolver estos dos efectos es que surge la econometría espacial, cuyo origen se puede remontar a Student (1914), pero es en la década de los setenta cuando surge el término como tal de econometría espacial, creado por Paelinck y Klaassen (1979).

En lo que se enfocará el presente estudio es el análisis exploratorio de datos espaciales, el cual es de suma importancia y tiene, como objetivo principal, la identificación de excepciones locales o tendencias generales, ya sea en los datos o en las relaciones. El análisis exploratorio debe ser la etapa inicial de cualquier estudio econométrico que involucre datos georreferenciados. La información recabada para el uso de la ciencia regional contiene ciertas características que provienen de su ubicación geográfica. Dicha información revela características que conforman a los efectos espaciales y se pueden dividir en dos categorías: dependencia espacial y heterogeneidad espacial (Acevedo y Velásquez, 2008).

En el caso de la primera categoría, la dependencia espacial se refiere a la ausencia de independencia entre observaciones en un conjunto de datos. Tobler (1970) menciona sobre dicha dependencia en su ley de la geografía que “todo está relacionado con todo lo demás, pero las cosas cercanas están más relacionadas que las cosas distantes”. La autocorrelación espacial es similar a la dependencia espacial, la diferencia radica en que la dependencia se enfoca en la teoría y la autocorrelación permite aplicarlo estadísticamente; la autocorrelación espacial puede ser entendida como la concentración o la dispersión de los valores de una variable plasmados en un mapa; el grado en que los valores de

una unidad geográfica son similares a otros valores en unidades geográficas que se encuentran próximas.

La heterogeneidad espacial hace mención de la variación existente en las relaciones sobre el espacio. Se podría considerar que una relación diferente se presenta para cada punto en el espacio. Existe una gran evidencia sobre la falta de uniformidad de los efectos del espacio. Se encuentran algunos factores tales como jerarquías del sitio central, la existencia de regiones líderes y regiones rezagadas, etc.; son argumentos que requieren de estrategias que tomen en cuenta las características particulares de cada ubicación o unidad espacial. A diferencia del caso de la dependencia espacial, los problemas causados por la heterogeneidad pueden ser, en la mayor parte, resueltos por los medios de las técnicas de la econometría estándar. Específicamente, métodos que pertenecen a parámetros cambiantes, coeficientes aleatorios e inestabilidad estructural pueden ser fácilmente adaptados para tomar en cuenta las variaciones en el espacio (Acevedo y Velásquez, 2008).

Otros dos conceptos que se deben considerar en la econometría espacial son la heteroscedasticidad y la matriz de contigüidad; lo primero se refiere a la ausencia de estabilidad en la dispersión de un fenómeno o datos. En la matriz de contigüidad ( $W_{ij}$ ), cada fila y columna representa una región en el espacio estudiado, representa la relación existente entre cada una de las regiones con las demás regiones del espacio de estudio. Existen varias formas para demostrar la ausencia o presencia de contigüidad. Algunas son: la contigüidad torre, que son las que comparten solo un lado en común; la contigüidad de alfil, referida a los que comparten un vértice; y la contigüidad reina, en la cual comparten un lado o un vértice en común; esta última es la que se utilizará en el presente capítulo.

#### *4.1. Unidades y variables de investigación*

La contrastación empírica para demostrar la hipótesis del trabajo se abordará mediante el uso de la econometría espacial, únicamente en el proceso de análisis exploratorio de datos espaciales,



ya que la falta de más datos y de robustez de estos nos permite llegar solo a este punto. Se hará uso de una matriz de pesos espaciales para ver el efecto de los países vecinos sobre las variables a utilizar, las cuales se obtienen a partir de una base de datos creada con el *stock* de IED de 161 países con datos del Banco Mundial para el año 2010, 158 países para el año 2005 y 154 países para el año 2000; el índice de diversidad religiosa se creó para los tres años de análisis con base a los datos de *World Religion Data* y con base en la investigación realizada por el Pew Research Center y el *shape* del mapa de los países fue obtenido por ArcGIS, sin embargo, todos los cálculos se llevaron a cabo en GeoDa.

El dato de inversión extranjera directa del que se hará uso es el correspondiente a las entradas netas en moneda estadounidense y se refiere a los flujos de capital de inversión directa en la economía declarante. Es la suma de capital social, reinversión de ganancias y otro capital. La inversión directa es una categoría de inversión transfronteriza asociada a un residente en una economía que tiene control o un grado significativo de influencia en la gestión de una empresa que reside en otra economía. La propiedad del 10 % o más de las acciones ordinarias de acciones con derecho a voto es el criterio para determinar la existencia de una relación de inversión directa (Banco Mundial, 2018).

Cuando nos referimos a diversidad religiosa nos basamos en el estudio del Pew Research Center, el cual se centró en cinco religiones mundiales ampliamente reconocidas: budismo, cristianismo, hinduismo, islamismo y judaísmo, que en conjunto representan aproximadamente las tres cuartas partes de la población mundial. El resto de la población mundial se consolidó en tres grupos adicionales; sin embargo, al momento de calcularse el índice no es necesario hacer la distinción entre las religiones. La diversidad religiosa analiza el porcentaje de la población de cada país que pertenece a ocho grupos religiosos principales, a partir de 2010. Cuanto más cerca se encuentra un país de tener partes iguales de los ocho grupos, mayor es su puntaje en un índice de diversidad religiosa.

## 4.2 Hechos estilizados

Recordemos el objetivo de la investigación, el cual es analizar el papel que desempeña la religión en la atracción de inversión extranjera directa en el mundo, sin hacer distinción entre las religiones. De forma más específica, se trata de ver la influencia de la diversidad religiosa en la atracción de la IED a nivel de países, para lo que se establecerá una comparación que involucra los años 2000, 2005 y 2010.

Se optó por hacer uso de econometría espacial a partir de las imágenes de los mapas de IED y el índice de diversidad religiosa para el año 2010 por el Pew Research Center, y se creó un mapa para ver si ocurría lo mismo en el caso de la entrada de IED. Estos mapas se muestran más adelante, y en ambos se puede apreciar que se van creando de tipo clúster. A partir de ese primer análisis, y como se ha mencionado al inicio del documento, respecto al papel que ha estado desempeñando la geografía económica, hacer uso del modelo de econometría espacial podría darnos un mejor acercamiento al objetivo de la investigación; además, suele ser un método muy visual, por permitir la creación de mapas, generando un mejor entendimiento de la información.

Para poder adquirir una mejor perspectiva del efecto de la religión sobre la IED, se trabajó para tres años, con el objetivo de hacer una comparación y ver los cambios del efecto religión-IED. Se tuvo que crear el índice de diversidad religiosa para los tres años que se utilizan en el estudio (2000, 2005 y 2010) con datos de *World Religion Data*; el índice fue creado bajo el método del Índice de Herfindahl e Hirschman, el cual se usa para medir principalmente concentraciones de mercados, sin embargo, se le puede hallar otra aplicación más allá de la económica, como en el caso de la presente investigación, donde se empleó para medir la concentración de la diversidad religiosa. La fórmula general para el cálculo del índice de Herfindahl e Hirschman es la siguiente:

$$H = \sum_{i=1}^n S_i^2$$

Donde:

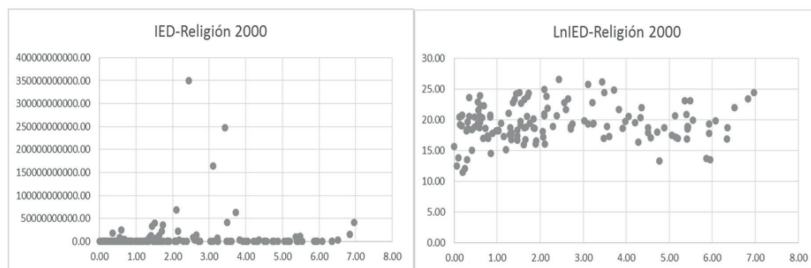
$n$ =Número de empresas en la industria

$S_i$ =Porcentaje de participación de cada empresa del mercado

Este índice (H) nos va a indicar si hay una baja concentración de mercado y un gran número de empresas con una participación muy pequeña, o si existe un participante o pocos participantes que acaparan el mercado. En nuestro caso, el cálculo se realizó por país, donde  $n$  se refiere al número de personas afiliadas a cualquier religión o que reportaron no pertenecer a ninguna, y  $S_i$  corresponde al porcentaje de participación de cada una de las religiones, o, en otras palabras, la concentración religiosa.

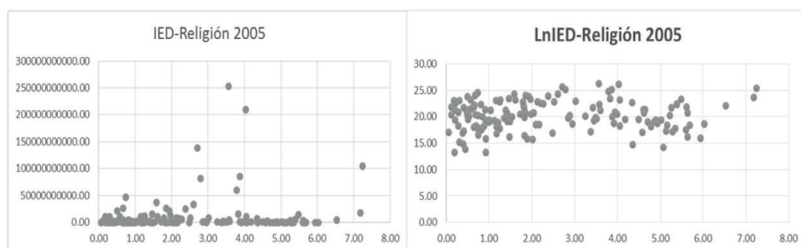
Las primeras pruebas exploratorias que se realizan posteriores a los cálculos del índice fueron las gráficas de dispersión (figuras 1, 2 y 3). Para observar un mejor comportamiento entre las variables, se requirió aplicar logaritmo a la variable de IED, obteniendo un mejor ajuste y mejores resultados, y permitiéndonos observar que en los tres años de análisis se presenta una relación IED-diversidad religiosa.

**Figura 1**  
Gráficos de dispersión para el año 2000



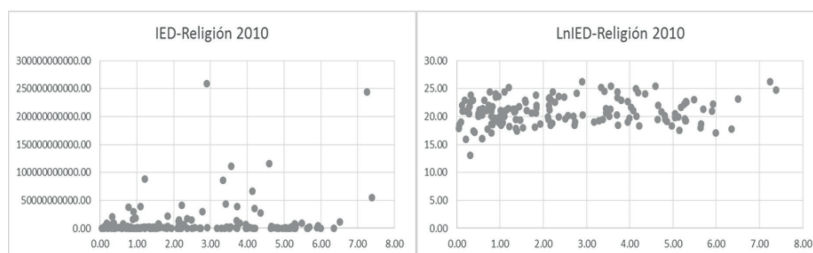
Fuente: elaboración propia con datos del Banco Mundial y de *World Religion Data*.

**Figura 2**  
Gráficos de dispersión para el año 2005



Fuente: elaboración propia con datos del Banco Mundial y de *World Religion Data*.

**Figura 3**  
Gráficos de dispersión para el año 2010



Fuente: elaboración propia con datos del Banco Mundial y de *World Religion Data*.

Otras de las pruebas que se realizan para obtener un acercamiento al comportamiento de los datos fue crear una matriz de pesos espaciales para ver el efecto que tienen tanto la IED como la diversidad religiosa del país vecino sobre el país de origen; también se creó un gráfico con la I de Moran (figuras 5, 6 y 7) para ver la dispersión de los datos y el tipo de asociación. Además, se crearon dos mapas, uno de clústeres y otro de significancia; también se corrieron regresiones agregando la matriz de pesos espaciales (anexos 4, 5 y 6), las cuales permiten conocer la mejor manera de tratar estos datos en econometría espacial.

La I de Moran mide la autocorrelación espacial basada en las ubicaciones y los valores de las entidades, simultáneamente.

Dado un conjunto de entidades y un atributo asociado, evalúa si el patrón expresado está agrupado o disperso, o si es aleatorio. I de Moran es una estadística deductiva, es decir, los resultados del análisis van a interpretarse dentro del contexto de la hipótesis nula. La hipótesis nula establece que el atributo que se analiza está distribuido en forma aleatoria entre las entidades del área de estudio; es decir, los procesos espaciales que promueven el patrón de valores observado constituyen una opción aleatoria. Si los valores se agrupan espacialmente (los valores altos se agrupan cerca de otros valores altos; los valores bajos se agrupan cerca de otros valores bajos), el Índice de Moran será positivo. Cuando los valores altos rechazan otros valores altos y tienden a estar cerca de valores bajos, el índice será negativo (Mitchell, 2005).

El mapa de significancia muestra el nivel de significancia estadística, en el cual cada región se puede considerar como una contribución significativa al resultado de la autocorrelación global; interpretación del valor P:

El valor P no es estadísticamente significativo:

No puede rechazar la hipótesis nula. Es posible que la distribución espacial de los valores de entidades sea el resultado de procesos espaciales aleatorios. El patrón espacial observado de los valores de entidades podría ser cualquiera de las tantas versiones posibles de aleatoriedad espacial completa.

El valor P es estadísticamente significativo y la puntuación z es positiva:

Puede rechazar la hipótesis nula. La distribución espacial de los valores altos y los valores bajos está más agrupada espacialmente de lo que se esperaría si los procesos espaciales subyacentes fueran aleatorios.

El valor P es estadísticamente significativo y la puntuación z es negativa:

Puede rechazar la hipótesis nula. La distribución espacial de los valores altos y los valores bajos está más dispersa espacialmente de lo que se esperaría si los procesos espaciales subyacentes fueran aleatorios. Un patrón espacial disperso suele reflejar

algún tipo de proceso competitivo: una entidad con un valor alto rechaza a otras entidades con valores altos; del mismo modo, una entidad con un valor bajo rechaza a otras entidades con valores bajos.

La interpretación para el mapa de clúster es que las regiones resaltadas en rojo tienen valores altos de la variable y también tienen vecinos con valores altos (alto-alto). Como se indica en la leyenda, el área azul es baja-baja en el mismo esquema, mientras que las regiones azul claro son bajas-altas y las áreas rosadas son altas-bajas. Por tanto, las regiones fuertemente coloreadas son aquellas que contribuyen de manera significativa a un resultado positivo de autocorrelación espacial global, mientras que los colores más claros contribuyen significativamente a un resultado de autocorrelación negativa. La combinación del mapa de clúster y el mapa de significancia permite ver qué ubicaciones están contribuyendo más fuertemente al resultado global y en qué dirección.

Las regresiones van a permitir dar un acercamiento para conocer cómo incorporar elementos espaciales de acuerdo al rechazo o no de cada una de las hipótesis nulas. Los siguientes puntos ayudan a establecer una estrategia de especificación más adecuada si al correr la regresión se obtiene lo siguiente (Herrera, 2015):

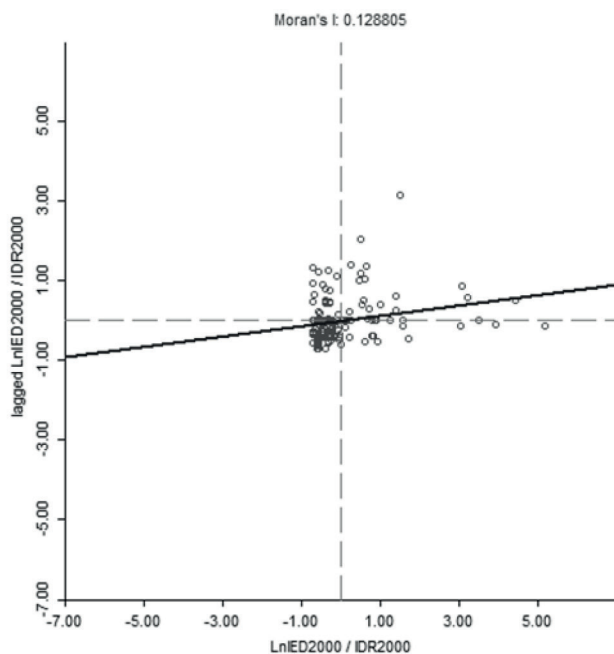
- Si  $I$  de Moran rechaza  $H_0$ : Evidencia a favor de inclusión de elementos espaciales.
- Si  $LM_{ERROR}$  y  $LM\_ERROR$  rechazan  $H_0$ : Evidencia a favor de un modelo de error espacial (SEM).
- Si  $LMLAG$  y  $LM\_LAG$  rechazan  $H_0$ : Evidencia a favor de un modelo de rezago espacial (SLM).
- Si no se rechaza  $H_0$  bajo ninguno de los contrastes: Evidencia a favor del modelo lineal general no espacial.
- Si ambos contrastes robustos,  $LM\_ERROR$  y  $LM\_LAG$ , rechazan  $H_0$ : entonces se deberán incorporar elementos espaciales en la parte sistemática ( $W_y$ ) y aleatoria ( $W_u$ ).

## 5. Resultados

Se realiza un análisis por año de los resultados obtenidos de la I de moran, mapa de clústeres, mapa de significancia y la regresión, posteriormente se hará la comparación de los resultados entre los años analizados; para tener un mejor entendimiento de los resultados será necesario recurrir al apartado de anexos (anexos del 7 al 18). El análisis será de forma cronológica, primero para el año 2000, después para el año 2005, y por último el año 2010.

La figura 4 se refiere a la I de Moran para el año 2000 y muestra la relación de nuestras dos variables de interés, la IED y el índice de diversidad religiosa (IDR); el resultado que arrojó la I de Moran es de 0.128805, indicando que existe una relación positiva entre las variables y que el IDR podría explicar un 12.8 % de la IED. Para el caso del mapa de clústeres que se muestra en la figura 5, este presenta cuatro regiones de color rojo que presentaron valores altos de las variables y también tienen vecinos con valores altos, cinco regiones de color azul que presentaron valores bajos de las variables y también tienen vecinos con valores bajos, siendo estas las que contribuyen significativamente a una autocorrelación positiva; dejando a cinco regiones con colores claros, contribuyendo significativamente a una autocorrelación negativa. La figura 6 muestra el mapa de significancia, donde catorce regiones están contribuyendo significativamente a la autocorrelación espacial.

Figura 4  
I de Moran para el año 2000



Fuente: elaboración propia con datos del Banco Mundial y de *World Religion Data*.

Figura 5  
Mapa de clústeres para el año 2000



Fuente: elaboración propia con datos del Banco Mundial y de *World Religion Data*.



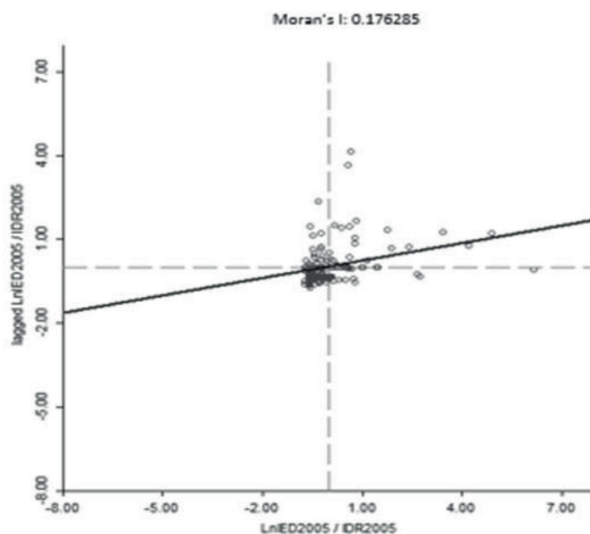
**Figura 6**  
Mapa de significancia para el año 2000



Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial y de *World Religion Data*.

Para el caso del año 2005, la I de Moran de la figura 7 mostró un valor de 0.176285, estableciendo una relación positiva entre el IDR y la IED, explicando un 17.6 % del índice a la inversión. En la figura 8, correspondiente al mapa de clústeres, se encontraron siete regiones de valores altos en las variables al igual que sus vecinos, siete regiones que mostraron valores bajos al igual que sus vecinos y tres regiones con variables bajo-alto que contribuyen significativamente a una autocorrelación negativa. Según muestra el mapa de significancia de la figura 9, se detectaron diecisiete regiones que contribuyen de forma significativa a la relación de un país con su vecino.

Figura 7  
I de Moran para el año 2005



Fuente: elaboración propia con datos del Banco Mundial y de *World Religion Data*.

Figura 8  
Mapa de clústeres para el año 2005



Fuente: elaboración propia con datos del Banco Mundial y de *World Religion Data*.

La figura 10, correspondiente a la I de Moran del año 2010, arrojó un valor de 0.211692, es una relación positiva entre las variables analizadas donde el IDR explica un 21.2 % de la IED.

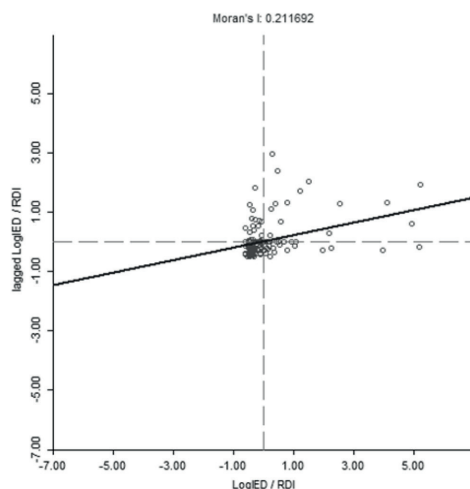
El mapa de clústeres de la figura 11 (Anexo 12) presentó nueve regiones con valores altos en sus dos variables del mismo modo que el país vecino, ocho regiones con valores bajos y al igual sus países vecinos y un país con valor bajo-alto que contribuye a la autocorrelación negativa. La figura 12 (Anexo 15), correspondiente al mapa de significancia, presentó dieciocho regiones que contribuyeron de forma significativa a la autocorrelación espacial.

**Figura 9**  
Mapa de significancia para el año 2005



Fuente: elaboración propia con datos del Banco Mundial y de *World Religion Data*.

**Figura 10**  
I de Moran para el año 2010



Fuente: elaboración propia con datos del Banco Mundial y de *World Religion Data*.

**Figura 11**  
Mapa de clústeres para el año 2010



Fuente: elaboración propia con datos del Banco Mundial y de *World Religion Data*.

**Figura 12**  
Mapa de significancia para el año 2010



Fuente: elaboración propia con datos del Banco Mundial y de *World Religion Data*.

Los resultados arrojados por los tres años nos permiten ir viendo el papel que ha venido desempeñando la religión con el paso del tiempo en relación con la IED; en el año 2000 los valores correspondientes a la I de Moran y los mapas eran menores a los otros dos años analizados; la autocorrelación espacial para el año 2000 fue de 0.128805, mientras que para el año 2005 fue de 0.176285, y de 0.211692 para el 2010. Incluso, en los mapas de clústeres se detecta cómo con los años cada vez más países presentan situaciones iguales que sus países vecinos en cuanto a diversidad religiosa, cada vez más regiones contribuyen signifi-

cativamente a la autocorrelación espacial, de catorce regiones en 2000 a dieciocho en 2010.

Los cambios que se han detectado sobre la diversidad religiosa y la IED se pueden atribuir a un factor: puede ser que con los años la IED se ha encontrado en crecimiento, con algunas caídas pero su tendencia es al alza; entonces, los inversionistas están colocando más dinero y con ello deben tener más cuidado o buscar que se les genere una mayor seguridad al colocar su dinero en un país extranjero. Estoy de acuerdo con que la religión no es el determinante principal para la atracción de la IED, sin embargo, algún efecto debe generar.

Otro factor podría ser, como ya se mencionó en capítulos anteriores, que los países con tendencia a ser más diversos religiosamente (en el mapa de clústeres estos valores corresponden a los de color rojo, altos valores en sus variables al igual que sus vecinos) tienden a generar mayores relaciones comerciales por la apertura que tienen y su facilidad de adaptación. Sin embargo, los países que presentan una baja diversidad religiosa (los cuales, en el mapa de clústeres, son los de color azul, con valores bajos de sus variables al igual que sus vecinos) nos han permitido corroborar que mientras menos diversos sean, menor inversión extranjera directa reciben, permitiendo aceptar lo mencionado en la investigación de Helbel (2007).

Entonces, se podría afirmar que no solo la diversidad religiosa está generando un efecto sobre la IED del país al que llega, sino que también hay países vecinos que comparten esa diversidad religiosa, atrayendo con ello IED; los países con mayor diversidad religiosa al igual que sus vecinos atraen más IED, y los países con menor diversidad religiosa que comparten ese IDR bajo, presentan menores entradas de IED. Ira, Argelia y Afganistán son de los países que mayor diversidad religiosa e IED presentan.

Analizando los resultados arrojados por las regresiones, veremos cuál sería la mejor manera de especificación en que se podrían tratar los datos para hacer uso de la econometría espacial. Lo que se obtuvo para el año 2000 (Anexo 4) fue que era necesi-

rio utilizar un modelo de rezago espacial porque Lagrange Multiplier (lag) rechaza la hipótesis nula; para los años 2005 (Anexo 6) y 2010 (Anexo 7) se sugiere que se analicen también mediante el modelo de rezago espacial, ya que en ambos años se rechaza la hipótesis nula por Lagrange Multiplier (lag) y Robust LM (lag); de no haberse rechazado ninguna hipótesis, fuera evidencia de que nuestros datos tendrían que analizarse a favor del modelo lineal general no espacial.

## 6. Conclusiones

Los diversos enfoques en relación a la búsqueda de la justificación sobre las causas y los destinos de los flujos financieros que envuelven a la IED se han venido presentando por el crecimiento y los movimientos a nivel internacional de este capital, por lo que han surgido varias teorías con el fin de explicar la IED. Algunas de estas teorías son: la teoría del comercio internacional, la teoría de la localización, la teoría japonesa de Kojima, la teoría de las ventajas competitivas de Porter, la teoría del ciclo de vida del producto de Vernon, la teoría dinámica de Ozawa, la teoría del paradigma OLI o de Dunning, entre otras.

La inversión extranjera directa se considera una de las principales causas del desarrollo económico y el crecimiento en los países de acogida, y ha seguido una tendencia creciente en las últimas décadas. Puede ser útil identificar los factores que contribuyen a atraer la política de inversión extranjera directa en diversos países, especialmente en los países en desarrollo que no han aprovechado este factor. Investigadores se han dedicado a identificar estos factores que influyen en los inversionistas para colocar su inversión, factores tanto económicos (crecimiento del PIB, inflación, tipo de cambio, tasa de interés, etc.) como no económicos (idioma, nivel de confianza, cultura del país, nivel de educación, uso de las dimensiones de Hofstede, distancia geográfica, etcétera).

La mayoría de las investigaciones de factores de IED giran en torno a los económicos, sin embargo, los no económicos han venido mostrando su importancia en el juego de atracción de IED y las investigaciones en torno a ello han venido aumentando, cada vez se encuentra más material de ese tipo de investigaciones. En mi búsqueda de información no he podido encontrar material que hable del efecto que genera la religión sobre la IED, a pesar de que es algo con lo que se vive todos los días, e incluso la religión forma parte de la cultura de un país, y la cultura del país sí ha sido estudiada en relación con la IED. Lo que sí pude encontrar fueron investigaciones realizadas por Barro y McCleary (2003), Helble (2007) y Dolansky y Alon (2008) acerca del papel que desempeña la religión dentro de los intercambios comerciales y crecimiento económico.

Todo ello, recordando que el objetivo de la investigación es mostrar si los resultados obtenidos a lo explicado anteriormente, en relación al crecimiento económico y los intercambios comerciales, pueden aplicarse en otro tipo de transacción económica, como el caso en particular de la inversión extranjera directa (IED).

Una vez aplicado el análisis exploratorio de los datos espaciales podemos concluir que con el paso del tiempo el papel de la diversidad religiosa está generando un efecto mayor sobre la IED del país al que llega, y que también hay países vecinos que comparten esa diversidad religiosa, atrayendo con ello IED; los países con mayor diversidad religiosa al igual que sus vecinos atraen más IED, y los países con menor diversidad religiosa que comparten ese IDR bajo, presentan menores entradas de IED; los inversionistas prefieren invertir en países que son religiosamente más diversos; en el año 2000, cinco regiones presentaron baja diversidad y obtuvieron baja IED, para el año 2005 eran siete regiones con baja diversidad religiosa y menor IED, y en el año 2010 fueron ocho las regiones que presentaron la misma situación, y con los años aumentaron el número de regiones más diversas y que recibían más IED.

Confirmando el estudio empírico realizado por Helble (2007), el cual considera el efecto de la diversidad religiosa de un país para fomentar el comercio; su resultado ha confirmado que la religión sí tiene un efecto en el comercio, que la presencia de varias religiones en un país tiende a ser más preferida.

La diversidad religiosa forma el espectro institucional donde se desarrollan las condiciones para la inversión extranjera directa. Ciertamente, no es la diversidad religiosa una variable fundamental en la atracción de inversión extranjera, pero a largo plazo es la diversidad religiosa donde se sustenta el aparato institucional que incide en la atracción de inversión extranjera. Una adecuada política religiosa en términos de diversidad, respeto y regulación de la actividad religiosa permite tener fundamentos institucionales que generen en el largo plazo una base económica sólida para la atracción de inversión extranjera.

Omitir la parte religiosa del estudio de la inversión extranjera directa sería desconocer que esta inversión trabaja en un contexto social fuertemente determinado por las creencias o no creencias de los individuos. Al final, los factores de la producción son individuos con un esquema moral y religioso que incide en la percepción y manejo de sus decisiones económicas de corto y largo plazo. Una política que opere en favor de la libertad religiosa y, por tanto, de su diversidad, permite abrir el espectro cultural de los agentes y la capacidad de respecto al accionar con los capitales extranjeros.

Dentro de las limitaciones que encontramos al realizar la investigación se halla la dificultad de la obtención de datos sobre la religión, no existe información anualizada sobre esto que nos permita observar con mayor precisión los efectos que podría generar sobre la IED; otra limitación de la investigación es que únicamente se llegó al análisis exploratorio de los datos espaciales, no mostrando realmente el grado de impacto que el índice de diversidad religiosa podría generar sobre la inversión extranjera directa del país y el efecto que genera sobre los países vecinos.



## 7. Referencias

- Acevedo, I. & E. Velásquez (2008), “Algunos conceptos de econometría espacial y análisis exploratorio de datos espaciales”, *Ecos de Economía*, (27), pp. 9-34.
- Adeoye, A. (2009), “Macro-Economic Level Corporate Governance and FDI in Emerging Markets: Is There a Close Relationship?”, *Journal of Economics and International Finance*, 1(2), pp. 030-043.
- Altomare, C. (2000), “Economic Determinants and Institutional Frameworks: FDI in Economies in Transition”, *Transnational Corporations*, 9(2), pp. 75-106.
- Arahuete, A. y A. García (2007), “¿Qué ha sucedido con la Inversión Extranjera Directa (IED) de las empresas españolas en América Latina tras el boom de los años noventa y la incertidumbre de los primeros años 2000?”, Madrid, Real Instituto Elcano.
- Arrow, K. J. (1972), “Gifts and Exchanges”, *Philosophy & Public Affairs*, pp. 343-362.
- Atran, S. & A. Norenzayan (2004), “Religion’s Evolutionary Landscape: Counterintuition, Commitment, Compassion, Communion”, *Behavioral and Brain Sciences*, (27), pp. 713-730.
- Barro, R. J. & R. McCleary (2003), *Religion and Economic Growth* (no. w9682), National Bureau of Economic Research.
- Blomkvist, K. & R. Drogendijk (2013), “The Impact of Psychic Distance on Chinese Outward Foreign Direct Investments”, *Management International Review*, 53(5), pp. 659-686.
- Chen, H. (2002), “An Analysis of Determinants of Entry Mode and its Impact on Performance”, *International Business Review*, 11(2), pp. 193-210.
- Dolansky, E. & I. Alon (2008), “Religious Freedom, Religious Diversity, and Japanese Foreign Direct Investment”, *Research in International Business and Finance*, 22(1), pp. 29-39.
- Dorozynski, T.; Dorozynska, A. & W. Urbaniak (2014), “The Role of Local Government Units in Attracting FDI. The Case of the Lodz Region”, *Business and Economic Horizons*, 10(4), pp. 281-304.
- Drogendijk, R. & A. Slangen (2006), “Hofstede, Schwartz, Or Managerial Perceptions? The Effects of Different Cultural Distance Measures on Establishment Mode Choices by Multinational Enterprises”, *International Business Review*, (15), pp. 361-380.
- Dunning, J. H. (1993), “Internationalizing Porter’s Diamond”, *Management International Review*, (33) (número especial), pp. 3-17.

- Edwards, S. (1990), "Capital Flows, Foreign Direct Investment, and Debt—Equity Swaps in Developing Countries", documento de trabajo de NBER (no. 3497), Cambridge, MA, NBER.
- Frankel, J. A. & A. K. Rose (2000), "Estimating the Effect of Currency Unions on Trade and Output", inédito, documento de trabajo.
- Fukuyama, F. (1995), *Trust: The Social Virtues and the Creation of Prosperity*, 457 pp., Nueva York.
- Gastanaga, V.; Nugent, J. & B. Pashamova (1998), "Host Country Reforms and FDI Inflows: How Much Difference Do they Make?", *World Development*, 26(7), pp. 1299-1314.
- Ghemawat, P. (2001), "Distance Still Matters: The Hard Reality of Global Expansion", *Harvard Business Review*, pp. 137-147.
- Guiso, L.; Sapienza, P. & L. Zingales (2009), "Cultural Biases in Economic Exchange?", *The Quarterly Journal of Economics*, 124(3), pp. 1095-1131.
- Greif, A. (1994), "Cultural Beliefs and the Organization of Society. A Historical and Theoretical Reflection on Collectivist and Individualist Societies", *Journal of Political Economy*, 102(5), pp. 912-950.
- Hausmann, R. & E. Fernandez-Arias (2000), "The New Wave of Capital Inflows: Sea Change or Just Another Title?", documento de trabajo (no. 417), Inter-American Development Bank.
- Head, K. & J. Ries (2008), "FDI As an Outcome of the Market for Corporate Control: Theory and Evidence", *Journal of International Economics*, 74(1), pp. 2-20.
- Helble, M. (2007), "Is God Good for Trade?", *Kyklos*, 60(3), pp. 385-413.
- Henrich, J.; Boyd, R.; Bowles, S.; Camerer, C.; Fehr, E. & H. Gintis (2004), *Foundations of Human Sociality: Economic Experiments and Ethnographic Evidence from Fifteen Small-Scale Societies*, Nueva York, Oxford University Press.
- Hofstede, G. (1980), *Culture's Consequences: International Differences in Work-Related Values*, Beverly Hills, CA, Sage Publications.
- (1991), *Cultures and Organizations: Software of the Mind*, Londres, McGraw-Hill.
- (2001), *Culture's Consequences: Comparing Values, Behaviors, Institutions and Organizations Across Nations*, Beverly Hills, CA, Sage Publications.
- Johanson, J. & F. Wiedersheim-Paul (1975), "The Internationalization of the Firm—Four Swedish Cases", *Journal of Management Studies*, 12(3), pp. 305-323.
- Kaufmann, F. (1997), "Religion and Modernization in Europe", *Journal of Institutional and Theoretical Economics*, 153(1), pp. 80-96.

- Kogut, B. & H. Singh (1988), "The Effect of National Culture on the Choice of Entry Mode", *Journal of International Business Studies*, 19(3), pp. 411-432.
- Krugman, P. (1992), "A Dynamic Spatial Model", documento de trabajo (no. 4219) de NBER, National Bureau of Economic Research, Inc.
- Mogroviejo, J.A. (2005), "Factores determinantes de la inversión extranjera directa en algunos países de Latinoamérica", *Estudios Económicos de Desarrollo Internacional, AEEADE*, 5(2), pp. 51-82.
- North, D. (1990), *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*, Cambridge, Cambridge University Press.
- (2005), *Understanding the Process of Economic Change*, Cambridge University Press.
- Okabe, T. & S. Carrillo (2014), *Relaciones México-Japón en el contexto del Acuerdo de Asociación Económica*, México, Juan Pablos Editor.
- Ouchi, W. G. (1980), "Markets, Bureaucracies, and Clans", *Administrative Science Quarterly*, 25(1), pp. 129-141.
- Paelinck, J. & L. Klaassen (1979), *Spatial Econometrics*, Famborough, Saxon House.
- PEW Research Center (2014), "Global Religious Diversity", abril. Disponible en: [www.pewresearch.org/religion](http://www.pewresearch.org/religion).
- Rihab, B. A. & B. J. Lotfi (2011), "The Institutional and Cultural Determinants of Foreign Direct Investment in Transition Countries", *Journal of Research in International Business and Management*, 1(2), pp. 171-182.
- Schwartz, S. H. (1994), "Beyond Individualism/Collectivism: New Cultural Dimensions of Values", *Cross-Cultural Research and Methodology Series*, 18, pp. 85-119.
- Shane, S. A. (1994), "The Effect of National Culture on the Choice Between Licensing and Direct Foreign Investment", *Strategic Management Journal*, 15, pp. 627-642.
- Sherman, A.; Bohlander, G. & S. Snell (1995), *Managing Human Resources*, Cincinnati, OH, South Western Publishing.
- Steenkamp, J. (2001), "The Role of National Culture in International Marketing Research", *International Marketing Review*, 18(1), pp. 30-44.
- Student (1914), "The Elimination of Spurious Correlation Due to Position in Time or Space", *Biometrika*, 10, pp. 179-180.
- Tobler, W. (1970), "A Computer Movie Simulating Urban Growth in the Detroit Region", *Economic Geography*, 46(2), pp. 234-240.
- Weber, M. (1904), *The Protestant Ethic and the Spirit of Capitalism*, Unwin.
- Wilson, D. (2002), *Darwin's Cathedral, Evolution, Religion and the Nature of Society*, The University of Chicago Press.



## CAPÍTULO 2

### CRIPTOMONEDAS EN AMÉRICA LATINA

### Y CHINA: EL ROL DEL *E-COMMERCE*

### Y LA ESPECULACIÓN FINANCIERA

VÍCTOR HUGO GUALAJARA ESTRADA

LAURA SELENE VIELMAS GARCÍA

#### 1. Introducción

Los sistemas financieros y bancarios alrededor del mundo se están transformando gracias a las innovaciones y la digitalización de los instrumentos y sistemas (Hileman y Rauchs, 2017), esto ha catapultado la adopción de nuevos esquemas financieros, concretamente, las criptomonedas (Andreessen, 2014).

A escala global, las criptomonedas surgen como respuesta a sucesos financieros internacionales que los bancos centrales no son capaces de controlar y que perjudican a inversionistas y usuarios en general; esta es una industria cada vez más globalizada, localizada en un sinnúmero de países, con altos índices de capitalización e intercambio (Böhme *et al.*, 2015).

Actualmente, el tema de las criptomonedas se ha convertido en algo muy relevante debido al imponente crecimiento y confianza que genera en los usuarios, esto también se refleja en la aceptación que han recibido en varios países del mundo.

## 2. Antecedentes

De forma concreta, la primera criptomoneda de la que se tiene registro es el bitcoin, que surge alrededor de 2009 (Nakamoto, 2008). Presuntamente, se desarrolló por el programador Satoshi Nakamoto, cuya idea fundamental residía en contar con un medio de cambio digital, donde la participación del gobierno fuera mínima. Como plantean Cortes, Arango y Neria (2017), esta moneda por lo general es utilizada en canales de comercio virtual o electrónico (*e-commerce*).

Es preciso mencionar que una criptomoneda está definida como una moneda virtual, que utiliza la tecnología criptográfica para asegurar la veracidad de las transacciones, de tal manera que es posible captar el mayor grado de fluctuaciones en el valor y de ahí tener mayor control sobre las inversiones (Kim *et al.*, 2017); a su vez, es creada y almacenada electrónicamente. Esta definición implica que, al ser considerada como moneda virtual, también lo es como un artículo consumible, es decir, difícil de falsificar, portable, transferible y estable frente a los bienes de la economía (CONDUSEF, 2017).

Las ventajas de la utilización de criptomonedas consisten en la facilidad que tienen los usuarios para realizar transacciones entre personas desconocidas sin la necesidad de cubrir excesivas cuotas u honorarios a terceros; las transacciones en bitcoins son seguras e irreversibles y se pueden realizar sin comprometer la información personal, por lo tanto, se evitan los problemas de robo de identidad.

Como ocurre con todo bien o servicio con ventajas, su uso también presenta desventajas. La principal desventaja de las criptomonedas es la falta de conciencia de la existencia de monedas digitales, lo que representa una alta volatilidad del bien y, por lo tanto, existe el riesgo cambiario para los usuarios e inversionistas.

## 2.1. Tipos más comunes de criptomonedas

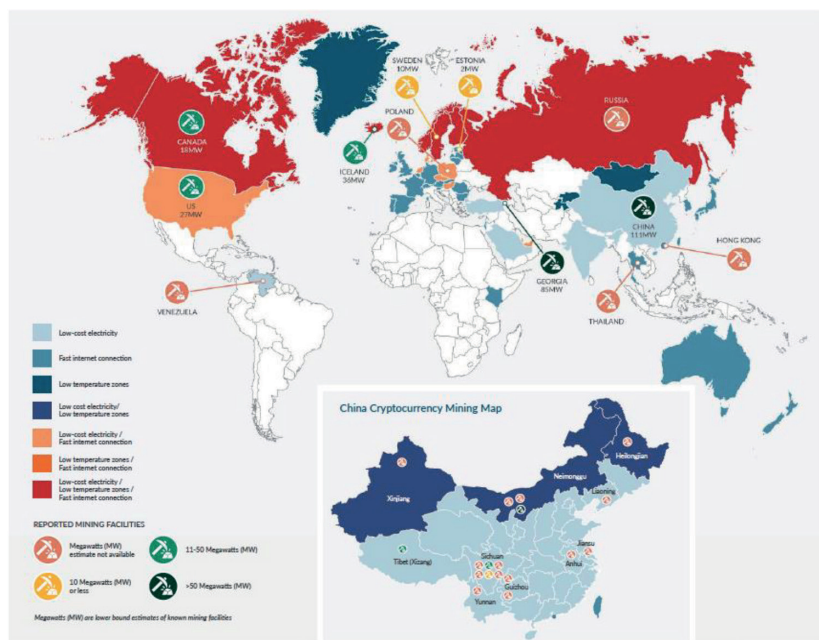
a) *Bitcoin (BTC)*: Es una criptomoneda que puede utilizarse para intercambiar bienes y servicios como cualquier otra divisa, solo en los países o instituciones donde se acepte como medio de pago. Esta moneda no depende de ningún emisor central, utiliza los esquemas de seguridad *blockchain*. Además de esto, el bitcoin tiene varios principios de seguridad:

- La cantidad de bitcoins en circulación tiene un límite de 21 millones.
- No está permitido por nadie prohibir o censurar las transacciones ya validadas.
- El código fuente del bitcoin es siempre abierto y disponible para todos.
- Todos pueden realizar transacciones en bitcoins sin necesidad de un permiso.
- Bitcoin utiliza seudónimos.
- Todas las unidades son intercambiables o comerciales.

En cuanto a la legalidad del bitcoin, en algunos países como en Japón tiene un estatus como método de pago y la regulación es considerada por los comerciantes, con el fin de evitar que sea utilizado en actos de lavado de dinero o terrorismo. En Reino Unido sí es tratado como una moneda extranjera, en Latinoamérica no es considerado moneda, pero no está regulado; en Estados Unidos sucede lo mismo, sin embargo, el servicio de impuestos interno lo considera mercancía y por lo tanto sus poseedores tienen que pagar impuestos.

b) *Ripple (XRP)*: Es una moneda descentralizada basada en fórmulas matemáticas y tiene un número limitado de unidades, sin embargo, su fin principal es ser utilizado dentro del sistema bancario, ya que permite realizar pagos globales más rápidos y a menor costo, dado que la compañía tiene la tecnología para con-

**Figura 2**  
Distribución geográfica de minería de criptomonedas



Fuente: Hileman y Rauchs (2017).

sultar a ambas partes de la transacción y efectuarla en cuestión de minutos.

La compañía Ripple tiene también un límite de unidades (100 mil millones de unidades), solo la mitad de las cuales está actualmente en circulación. El ripple no puede ser minado, pero cada transacción destruye una pequeña cantidad de ripple que agrega una medida deflacionaria al sistema.

c) *Ethereum (ETH)*: Además de una criptomoneda, es una plataforma abierta de tecnología *blockchain* que permite a cualquier persona formar parte de la red de Ethereum, la cual replica la tecnología involucrada durante el proceso de creación de bitcoins, pero Ethereum tiene la ventaja de ser más adaptable y flexible, dado



que mejora los tiempos de creación de bloque nuevos en quince segundos, mientras que la creación de un nuevo bloque de bitcoins toma diez minutos. Asimismo, la dificultad del algoritmo usado en Ethereum es más flexible que en los bitcoins, el premio por minería es mayor y no hay un número máximo de unidades en circulación.

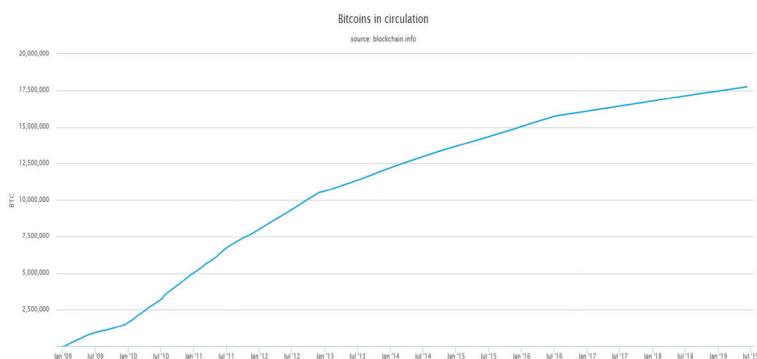
### 3. Distribución geográfica de las criptomonedas

#### 3.1. El mundo

El crecimiento y alcance de las criptomonedas ha llegado a escalas mundiales, la primera aparición de este activo fue en 2009; tan solo dos años después, en 2011, nace la segunda criptomoneda.<sup>1</sup>

Como se puede observar en la figura 1, el incremento de los activos en circulación ha sido exponencial, pasando de 50 unidades a más de 17.8 millones. Esto representa una tasa de crecimiento de más del 300 % anual.

**Figura 1**  
Número de bitcoins en circulación a nivel mundial,  
2009-2018 (en millones)



Fuente: Blockchain (2019).

1 Denominada Namecoin.

De igual manera, el alcance global puede observarse en la figura 2. Es claro que el desarrollo de este sistema monetario virtual se concentra principalmente en América del Norte, norte y este de Europa, y en el continente asiático, principalmente en China.

Es importante señalar para este estudio que China es en la actualidad el país con la mayor cantidad de instalaciones mineras, es decir, es la entidad que concentra mayores recursos tecnológicos en la captación de criptomonedas (Hileman y Rauchs, 2017).

### *3.2. América Latina*

En América Latina las criptodivisas pretenden ser una respuesta descentralizada, para dar seguridad al ahorro, mantener el poder adquisitivo de países con altas tasas inflacionarias como Venezuela o Argentina<sup>2</sup> o abaratar el costo por envío de remesas internacionales.<sup>3</sup>

Los bitcoins, entonces, representan un nuevo mercado emergente. Su uso y desarrollo se presenta principalmente en Argentina, Brasil y Chile, donde además comienza a utilizarse no solo como una “moneda” sino como un medio de cambio. Por ejemplo, en Buenos Aires ya es recibido por algunos portales de Internet para comprar electrodomésticos y otros bienes; de igual manera, la firma de servicios financieros ZipZap expandirá sus operaciones para crear una especie de banco digital que permitiría a los latinoamericanos tener cuentas que, en lugar de contener dinero, tengan bitcoins (Territorio Bitcoin, 2017).

---

2 En Venezuela la tasa de inflación se encuentra en seis dígitos, y en Argentina se tiene un 57.3 %.

3 En 2013 las remesas en América Latina representaron 90,000 millones de dólares, de los cuales aproximadamente diez representaron pérdidas por tasas de cambio, comisiones, entre otros.

### 3.2.1. México

El Gobierno mexicano ha declarado la intensificación del uso de criptomonedas; en años posteriores a 2014 se presentan tasas de crecimiento mayores al 40 % anual. Así pues, México se coloca como el país latinoamericano líder en el intercambio de monedas digitales (Bonneau, 2014; Rodríguez, 2018).

Entre las principales razones y/o explicaciones se encuentra el gran número de mexicanos que envían remesas al país;<sup>4</sup> de igual manera, un suceso ocurrido con jóvenes de entre 18 y 22 años que compraban un videojuego digital y que al no contar con tarjetas de crédito utilizaron los bitcoins, y, finalmente, las 238 empresas en nuestro país dedicadas a la tecnología financiera (Corona, 2018).

Es importante señalar que el grado de aceptación en nuestro país es tal, que recientemente surge la iniciativa de tener una moneda digital propia: “agrocoin”.

Agrocoin se define como una moneda virtual sustentada en la producción de chile habanero de la empresa mexicana Amar Hidroponía. Las agrocoins tienen un valor de 500 pesos y ofrecen rendimientos de hasta el 30 % sobre la inversión inicial (Salgado, 2018). El inversionista no podrá retirar su dinero antes dado que la cosecha del chile habanero tiene ese periodo. La venta de la producción se distribuye de la siguiente manera: 80 % en Estados Unidos y 20 % en mercado interno.

### 3.2.2. Venezuela

Otro ejemplo latinoamericano dentro del mercado de las cripto-divisas es el caso de Venezuela, que, al pasar por una de las crisis económicas más fuertes de su historia con escasez de alimentos y medicinas, altos índices de criminalidad y el colapso de los servicios de salud, en un plan de rescate el gobierno ha anunciado

---

4 Cerca de diez millones de mexicanos radican actualmente en Estados Unidos.

recientemente la conformación de una moneda digital propia denominada “petrocoin”.

Similar a lo encontrado en México, la criptomonedas es un activo digital respaldado en las reservas petroleras y cuyo precio estará ligado a la cotización del barril de petróleo; es la mejor respuesta que ha dado el gobierno en el combate a la inflación del país, se espera que con la venta de las petrocoins el gobierno pueda pagar parte de sus deudas y comenzar a abastecer al Estado con lo necesario cubrir las necesidades básicas. La oferta inicial de monedas es liberar 82 millones de petrocoins al público y estas podrán ser negociables entre otras monedas; se pretende utilizarlas para liberar impuestos, tasas, contribuciones, servicios públicos, etcétera.

Las críticas y opiniones son diversas. Por un lado, es rescatable que esta criptomonedas, a diferencia del caso de México o los bitcoins, cuenta con un respaldo gubernamental, algo que no se ha visto en la mayoría de estos activos. Actualmente, gobiernos de todo el mundo comienzan a analizar las posibilidades de lanzar sus propias monedas<sup>5</sup> (Semple y Popper, 2018).

### 3.3 Asia

En Asia, a diferencia de América Latina, la economía no es emergente y no se manejan ideas para encontrar una protección de los ahorros o protección de la inflación. Sin embargo, existe una fuerte presencia de inversión en dicho continente, los mayores porcentajes se observan en Japón y China. Esto implica que los países asiáticos cuentan con regulaciones más estrictas hacia las criptomonedas. A su vez, las condiciones sociales y culturales hacen más difícil que las entidades económicas acepten utilizarla para realizar transacciones.

---

5 El Banco de Inglaterra, el Banco Popular de China y el gobierno de Rusia planean realizar el experimento.

Es la población joven la que se encuentra realizando grandes inversiones en criptomonedas, propiamente en bitcoins. Ello ha ocasionado una fuerte alza en el precio y en el largo plazo podría generar una burbuja financiera en torno al activo (Phillips y Gorse, 2017).

Es claro que, con el incremento en las adquisiciones particulares del bitcoin, algunos gobiernos asiáticos han tenido que regular de una manera más estructurada los procesos de compra y transacciones del activo.

### 3.3.1. China

Al día de hoy, China es uno de los países a nivel mundial que más transacciones digitales registra, representa más de dos tercios de la potencia de procesamiento global dedicada a la minería de monedas digitales y alberga algunos de los principales creadores de *hardware* para minar bitcoins (Sputnik, 2018). Debido a lo anterior, el gobierno ha ordenado detener los registros de nuevos usuarios, lo que conlleva al cierre de operaciones con criptomonedas hacia finales de 2017. Oficialmente, las operaciones denominadas “Ofertas Iniciales de Monedas” (ICO) se declararon ilegales y ello ha generado una disminución de 7.2 % aproximadamente del valor de los bitcoins.

Entre las principales razones del bloqueo al bitcoin en China, se encuentra el hecho de que los financiamientos empresariales generados con esta “divisa” no están acreditados por las autoridades, lo cual implicaría la posibilidad de fraude; otra razón fundamental es la posibilidad de su uso para el lavado de dinero.

## 4. Marco legal

En esta sección se revisarán los principales acuerdos en cuanto a regulación financiera para las monedas digitales, en el interés de

esta investigación se hará principal énfasis en el caso de México y China.

La regulación de las criptomonedas es una preocupación latente para los gobiernos y sistemas financieros a nivel mundial, debido principalmente a los grandes incrementos en la demanda de estos activos y a su amplia e incalculable movilidad a través de prácticamente todas las naciones. Si bien deberían establecerse criterios legales de carácter global, no existen realmente acuerdos internacionales, cada país ha decidido enfrentar esta nueva demanda de manera diferente.

Durante la última reunión del G-20 llevada a cabo en Argentina, los mandatarios acordaron la necesidad de regular y dar un seguimiento a los trabajos de seguridad digital. Más que prohibir su utilización, la medida parece ser apoyarla, ya que se reconocen las fallas en los sistemas bancarios tradicionales.

El comunicado oficial fue:

Reconocemos que las innovaciones tecnológicas, incluyendo aquellas subyacentes a los criptoactivos, tienen el potencial de mejorar la eficiencia y hacer más inclusivo el sistema financiero y a la economía en su conjunto. Los criptoactivos, sin embargo, plantean cuestiones relacionadas con la protección de los consumidores e inversores, la integridad de los mercados, la evasión impositiva, el lavado de dinero, y el financiamiento al terrorismo. Los criptoactivos carecen de los principales atributos que tienen las monedas soberanas. En algún momento pueden tener implicancias para la estabilidad financiera. Nos comprometemos a implementar los estándares del GAFI<sup>6</sup> en materia de criptoactivos, esperamos la revisión de estos estándares por parte del GAFI, y reclamamos su implementación global. Pedimos a los organismos que establecen estándares internacionales que continúen el monitoreo de los criptoactivos y sus riesgos, de acuerdo a sus mandatos, y evalúen las acciones multilaterales necesarias (G20, 2018).

En Estados Unidos, por ejemplo, la oferta de bitcoins no es legal, ya que se presta para cometer delitos financieros. Si bien la crip-

---

6 El GAFI Es un organismo multidisciplinar, con expertos en temática jurídica, financiera y operativa, y no está adscrito a ningún organismo internacional. El pleno del GAFI está formado por representantes de los Estados miembros y se reúne tres veces al año.

tomonedas en sí no es ilegal, el gobierno no se responsabiliza por los daños o pérdidas que puedan sufrir los inversionistas. Esto es destacable, ya que este país es el segundo mercado con mayor volumen de moneda a nivel mundial (Guía Bitcoin, 2018).

En países del Asia como Japón,<sup>7</sup> Corea del Sur y China, la oferta no es legal. China, por ejemplo, se ha declarado como uno de los países con mayor número de restricciones; no solo la oferta es ilegal en lo que a intercambios se refiere, sino que también el gobierno en 2017 prohibió las ICO y exige a los usuarios frenar las interacciones domésticas.

Con ayuda del Banco Popular de China (PBOC), China desplegará por sus redes virtuales un “Gran Cortafuegos” que pretende bloquear la señal de las plataformas marginales P2P, los sitios web internacionales que aceptan como medio de pago monedas digitales, los anuncios y hasta el *e-commerce* por medio de plataformas extranjeras.

Se pretende que esto elimine los riesgos financieros como la evasión, el fraude y las ventas piramidales, no obstante, la respuesta de los inversionistas en este país ha sido concentrarse en la minería del activo con fines de acaparamiento y especulación, por lo que el próximo paso del gobierno y el sistema financiero es descifrar cómo terminar con esta práctica (Suberg, 2018).

El caso mexicano no resulta muy distinto: con 286 votos a favor, tres en contra y 63 abstenciones, la Cámara de Diputados de México aprobó la Ley para Regular las Instituciones de Tecnología Financiera, también denominada Ley Fintech, que busca regular las plataformas de *crowdfunding* y firmas de criptodivisas. Según la antes mencionada ley, las instituciones requerirán autorización de la Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV) para organizar y autorizar los pagos electrónicos, el financiamiento colectivo, los activos virtuales, la asesoría financiera, entre otros, y busca obtener una amplia transparencia en cuanto a las operaciones con las monedas digitales (DOF, 2018), ya que Banco

---

7 Apenas en abril de este año se declaró legal.

de México (BANXICO) reconoce y declara que “no son monedas de curso legal y además no se encuentran respaldadas ni por el gobierno federal ni por el Banco de México” (Gómez Rodríguez, 2016, p. 285), y por ello es fundamental proteger a los usuarios mexicanos.

La ley esclarece la situación jurídica de los activos digitales, ya que a las empresas, si bien no están operando de manera ilegal, no hay nada que les delimite la legalidad de la utilización comercial de las criptomonedas. Es importante señalar que la Ley Fintech únicamente se enfoca en los principios y regulaciones de carácter general, por lo que el plan del Senado es que durante los próximos seis meses se presente de nuevo un proyecto de ley más amplio y enfocado en las plataformas como Bitcoin y TriForce Tokens (Pérez Cesari, 2018).

## 5. El futuro de las criptomonedas en el e-commerce

Indiscutiblemente, las denominadas monedas digitales que se han escabullido a nivel global, son un tema de tendencia que buscaba operar y dar respuesta a cientos de usuarios desconfiados de las crisis económicas y los malos manejos financieros y gubernamentales, sin embargo, su crecimiento y aparición en tantas actividades económicas las ha llevado a ser objeto de discusiones políticas y legales que buscan regularlas.

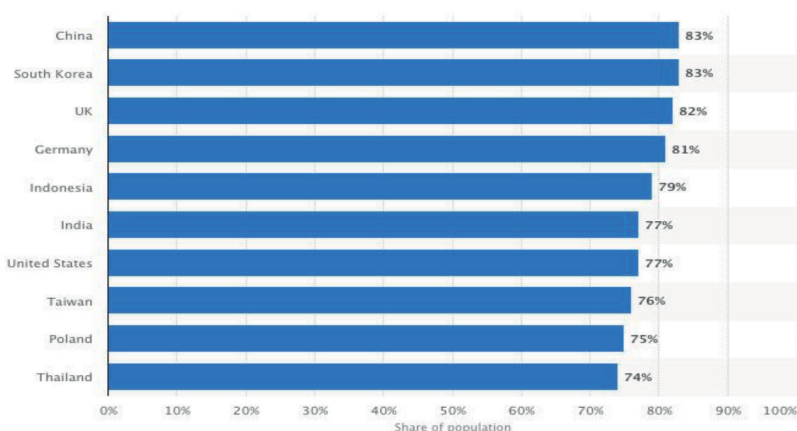
### 5.1. *¿Qué es el e-commerce?*

Inició en 1995 en Estados Unidos, se refiere a las transacciones comerciales realizadas de manera digital, a través de Internet o la web entre organizaciones y/o individuos, que implican el intercambio de valores o activos. Al principio el vínculo era monetario, sin embargo, con la reciente aparición de las monedas digitales se ha presentado un cambio en los niveles transaccionales (Laudon, 2009).



La figura 3 muestra los diez países con mayor penetración en ventas a mediados de 2017. Como era de esperar, China se encuentra en el primer lugar con un 83 % y comparte la plaza con Corea del Sur, y en menor medida Estados Unidos con el 77 %. Anteriormente se había discutido sobre las regulaciones que estos tres países han antepuesto a las criptomonedas.

**Figura 3**  
Penetración del comercio electrónico en el mundo:  
diez países principales (2017)



Fuente: Latamclick (2018).

La marca de penetración quizá no sea suficiente para expresar lo que implica en la economía y crecimiento económico de un país, por señalar, según la infografía de estadísticas de comercio electrónico Shopify, el 83 % de penetración puede transformarse en 672 mil millones de dólares en ventas en línea, lo cual representa un 22.2 % del comercio global (Paredes, 2018).

En México, según la Encuesta Nacional de Inclusión Financiera (INEGI, 2015), el 33.6 % de la población mexicana no tiene una cuenta de ahorro, es decir, no tienen acceso a la banca, lo cual supone un freno al crecimiento electrónico en nuestro país. Con-

trario a lo anterior, la participación de la población en la demanda de bitcoins va cada vez más en aumento.

Por ello, la creación del sistema financiero virtual compuesto por las criptomonedas representa una oportunidad a este sector; actualmente, los monederos digitales son la forma más común de pago en línea (Anderson, 2012; Böhme *et al.*, 2015; Bonneau, 2014), por encima de las tarjetas de crédito y débito. Las monedas digitales permiten saltar el proceso de bancarización de la población, incluyéndolas por medio de las plataformas digitales existentes (Böhme *et al.*, 2015).

## 6. Conclusiones

Podemos comprobar que la mayor regulación o prohibición hacia las criptomonedas viene de países con las mayores tasas de comercio electrónico. No es de sorprender el temor que sienten las autoridades a un crecimiento acelerado en el número de transacciones o compras electrónicas por medio de un activo que no está regulado por sus instituciones, y más aún si se está hablando de transacciones internacionales, donde los usuarios se estarían beneficiando de los acuerdos de comercio internacionales sin referir una participación al gobierno, como sucede en todos los bienes que se regulan.

Entre las ventajas de utilizar criptomonedas en el *e-commerce* se tiene la practicidad de una moneda global que eliminaría los problemas de tipo de cambio y tasas de conversión, aumentarían los niveles monetarios en los países participantes y posiblemente se estabilizaría la economía debido al crecimiento comercial.

Por otro lado, están las desventajas de utilizar monedas digitales en transacciones comerciales internacionales (Ben-Sasson *et al.*, 2014). Ocurre una proliferación de criptomonedas no legalizadas ni regularizadas y los vacíos legales pueden generar molestias entre los empresarios; existen además problemas de seguridad

cibernética (Dincer, 2017), ya en más de una ocasión se han presentado fraudes y robos cibernéticos de esos activos.

Debe tenerse también en cuenta la evidencia del giro político en que termina la puesta en práctica de algunas criptomonedas, como en el caso especial del petrocoin, criptomoneda que puso a circular el presidente de Venezuela para tratar de estabilizar la economía venezolana, que se encuentra muy lastimada; pero, por otro lado, se halla la decisión de autoridades de Estados Unidos de penalizar directamente cualquier transacción que se realice con petrocoins en el mundo.

## 7. Referencias

- Agencia EFE (2014), “Moneda ‘Bitcoin’ encuentra en Latinoamérica un potencial mercado”, *El Nuevo Herald*. Disponible en: <http://www.elnuevoherald.com/noticias/mundo/america-latina/article2046642.html>. Consultado: mayo 4, 2018.
- Anderson, R. (2012), “Risk and Privacy Implications of Consumer Payment Innovation in the Connected Age”, *Consumer Payment Innovation*, (99).
- Andreessen, M. (2014), “Why Bitcoin Matters”, *New York Times*, (21).
- Bonneau, J. (2014), “Estimating the Power Consumption of Bitcoin”, en *Financial Cryptography and Data Security*, 18th International Conference (rump session), marzo, Bridgetown, Barbados.
- Comisión Nacional para la Protección y Defensa de los Usuarios de Servicios Financieros (CONDUSEF) (2017), “Criptomonedas: cinco cosas que debes saber de ellas”, *Proteja su Dinero*, (208), pp. 24-26.
- Cortes, J.; Arango, E. & M. Neira (2017), “Bitcoins: la moneda virtual que revoluciona al mundo”, *Revista Convicciones*, (7), pp. 96-107.
- Diario Oficial de la Federación* (DOF) (2018), Ley para Regular las Instituciones de Tecnología Financiera, Ciudad de México, LXII Legislatura/Cámara de Diputados H. Congreso de la Unión.
- Dincer, A. (2017), “Cybercrimes via Virtual Currencies in International Business”, en *Cybersecurity Breaches and Issues Surrounding Online Threat Protection*, IGI Global, pp. 121-143.
- Gómez Rodríguez, C. (2016), “Bitcoin: problemas reales”, en E. Téllez Carvajal (coord.), *Derecho y TIC. Vertientes actuales*, México, D.F., Universidad Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Jurídicas y

- Centro de Investigaciones e Innovación en Tecnologías de la Información y Comunicación, pp. 265-297.
- Hileman, G. & M. Rauchs (2017), *Global Cryptocurrency Benchmarking Study*, Cambridge, UK, University of Cambridge.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2015), *La Encuesta Nacional de Inclusión Financiera*, Aguascalientes, Ags., INEGI.
- Kim, Y. B.; Lee, J.; Park, N.; Choo, J.; Kim, J. H. & C. H. Kim (2017), "When Bitcoin Encounters Information in an Online Forum: Using Text Mining to Analyse User Opinions and Predict Value Fluctuation", *PloS One*, 12(5), e0177630.
- Laudon, K. (2009), *E-commerce: Negocios, tecnología, sociedad*, 4ª ed., Buenos Aires, Arg., Prentice Hall.
- Mateo, M. (2018), "Regulaciones de las criptomonedas en el mundo y por país". Disponible en: <https://guiabitcoin.com/regulaciones-criptomonedas-mundo-pais/>. Consultado: mayo 6, 2018.
- Nakamoto, S. (2008), "Bitcoin: a peer-to-peer electronic cash system", p. 9. Disponible en: [www.bitcoin.org](http://www.bitcoin.org).
- Paredes, A. (2018), "Comercio electrónico: estadísticas del 2017 y tendencias para el 2018", Latamclick. Disponible en: <https://www.latamclick.com/estadisticas-comercio-electronico-2017-tendencias-2018/>. Consultado: mayo 6, 2018.
- Pérez, P. (2018), "Diputados aprueban la Ley Fintech para regular criptomonedas en México". Disponible en: <http://www.levelup.com/noticias/466090/Diputados-aprueban-la-Ley-Fintech-para-regular-criptomonedas-en-Mexico>. Consultado: mayo 6, 2018.
- Phillips, R. C. & D. Gorse (2017), "Predicting Cryptocurrency Price Bubbles Using Social Media Data and Epidemic Modelling", en *2017 IEEE Symposium Series on Computational Intelligence (SSCI)*, noviembre, IEEE, pp. 1-7.
- Rodríguez, J. (2018), "La revolución del dinero", Tecnológico de Monterrey. Disponible en: <https://tec.mx/es/noticias/santa-fe/educacion/las-criptomonedas-el-futuro-del-dinero-ahora>.
- Salgado, Z. (2018), "Las dos caras de Agrocoin, un modelo de inversión mexicano basado en el chile habanero", Criptonoticias. Disponible en: <https://www.criptonoticias.com/entrevistas/dos-caras-agrocoin-modelo-inversion-mexicano-basado-chile-habanero/>. Consultado: mayo 4, 2018.
- Sasson, E. B.; Chiesa, A.; Garman, C.; Green, M.; Miers, I.; Tromer, E. & M. Virza (2014), "Zerocash: Decentralized Anonymous Payments from Bitcoin", en *IEEE Symposium on Security and Privacy*, mayo, IEEE, pp. 459-474.

- Semple, K. & N. Popper (2018), “Venezuela recurre a una criptomoneda en medio de sus crisis”, *The New York Times*. Disponible en: <https://www.nytimes.com/es/2018/02/21/venezuela-maduro-petro-economia/>. Consultado: mayo 8, 2018.
- Sputnik* (2018), “¿Sabe China algo que no sabemos?”. Disponible en: <https://mundo.sputniknews.com/economia/201801091075273892-criptomonedas-restricciones-mineria-china/>. Consultado: mayo 4, 2018.
- Suberg, W. (2018), “Prohibición completa: China bloquea intercambios de criptomonedas extranjeras para contrarrestar los ‘riesgos financieros’”.



## CAPÍTULO 3

### LOS MERCADOS DE VALORES Y DE BONOS ESTADOUNIDENSES Y LA VALUACIÓN BURSÁTIL DE LAS FIRMAS INDUSTRIALES DE LOS PAÍSES DE LA ALIANZA DEL PACÍFICO

ANTONIO RUIZ PORRAS  
CLARALÍZ HERÁLDEZ LEÓN

#### Introducción

En la economía financiera se plantea que los precios de los activos equivalen al valor presente neto de sus retornos futuros cuando no hay incertidumbre, ni posibilidades de arbitraje (Varian, 1992). Este planteamiento ha permitido sustentar el desarrollo de varios modelos para valorar activos financieros. Uno de tales modelos es el propuesto por Ohlson (1995). En la literatura, el mencionado modelo se considera importante porque justifica la pertinencia de valorar acciones bursátiles usando únicamente las variables contables “resultados del ejercicio” y “valor en libros”. Esta característica lo hace especialmente útil para estudiar los determinantes de los precios de las acciones de las firmas.

En este capítulo se estudia la relevancia de los mercados de valores y de bonos de Estados Unidos en la valuación de acciones de firmas que cotizan en los países de la Alianza del Pacífico (i.e., Colombia, Chile, México y Perú). La muestra analizada incluye datos trimestrales de las ocho firmas industriales que cotizaron en

los mercados de valores de la región durante el periodo 2000:01-2017:04. La investigación se sustenta en estimaciones del modelo de valuación propuesto por Ohlson (1995) y en una variación de este que incluye el índice Dow Jones y la tasa de bonos del tesoro de Estados Unidos. Estos modelos se denominan, respectivamente, Ohlson-Tradicional y Ohlson-Internacional.

La investigación se concentra en las firmas del sector industrial que cotizan en los países de la Alianza del Pacífico. El énfasis mencionado define las contribuciones de este estudio. La primera contribución refiere al análisis de los precios de acciones que cotizan en los mercados de valores de la región. La segunda contribución refiere al análisis de los determinantes de la valuación bursátil de firmas del sector industrial. La tercera contribución refiere al estudio de las relaciones entre los precios de las acciones de las firmas de la región y los mercados de valores y de bonos estadounidenses. La cuarta contribución se refiere al estudio de los mercados de valores de países en desarrollo.

Las preguntas que guían la investigación son las siguientes: ¿Qué relevancia tienen los mercados de valores y de bonos de Estados Unidos en la valuación de las firmas industriales de los países de la Alianza del Pacífico? ¿Cómo son las relaciones del índice Dow Jones y de las tasas de los bonos estadounidenses con los precios de las acciones de las firmas de la región? ¿La valuación bursátil de las firmas de la región se hace considerando que las acciones son o no heterogéneas? ¿Cuál es la validez estadística de los modelos Ohlson-Tradicional y Ohlson-Internacional? ¿Qué implicaciones podrían tener los resultados de la investigación sobre la valuación de acciones bursátiles en la región?

Metodológicamente, el estudio se desarrolla en cinco etapas. En la primera etapa se definen los modelos Ohlson-Tradicional y Ohlson-Internacional. En la segunda etapa se describen los datos contables y financieros utilizados. En la tercera etapa se establece el orden de integración de las variables mediante pruebas de raíces unitarias para evitar la estimación de regresiones espurias. En la cuarta etapa se incluyen la estimación y el análisis de los



modelos Ohlson-Tradicional y Ohlson-Internacional. Finalmente, en la quinta etapa se evalúa la relevancia de los mercados de valores y de bonos de Estados Unidos en la valuación de las acciones de las firmas industriales que cotizan en los países de la Alianza del Pacífico.

La metodología se sustenta en estimaciones de estadística descriptiva, pruebas de normalidad, pruebas de raíces unitarias, regresiones para paneles de datos y estimadores de validez estadística. Las estadísticas descriptivas y las pruebas de normalidad Jarque-Bera se usan para describir las variables utilizadas en el estudio. Las pruebas de raíces unitarias para paneles de datos usadas aquí son las propuestas por Im, Pesaran y Shin (2003), Maddala y Wu (1999) y Choi (2001). Las regresiones utilizadas incluyen estimaciones con efectos fijos y aleatorios. Los estimadores de validez incluyen estadísticos de significancia individual y conjunta y de especificación de efectos en regresiones y estimadores de bondad de ajuste.

El capítulo está organizado en seis secciones. La Sección 2 incluye la revisión de la literatura. La Sección 3 describe la base de datos, los modelos Ohlson-Tradicional y Ohlson-Internacional y la metodología del estudio. La Sección 4 incluye los análisis estadísticos y de raíces unitarias del panel de datos. La Sección 5 incluye el análisis econométrico de los modelos Ohlson-Tradicional y Ohlson-Internacional y la evaluación de la relevancia de los mercados de valores y de bonos de Estados Unidos en la valuación de las firmas industriales. La Sección 6 sintetiza y discute los resultados y menciona algunas líneas de investigación futura. El apéndice incluye las gráficas de los precios de las acciones analizadas.

Tabla 1  
Estudios basados en el modelo de Ohlson

| Estudio                                                  | Modelos Analizados                    | País                                                         | Muestra                                                               | Sector de estudio                                   |
|----------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <i>Investigaciones realizadas para Latinoamérica</i>     |                                       |                                                              |                                                                       |                                                     |
| Duran-Vázquez, Lorenzo-Valdés y Aldana-Reyes (2011)      | Ohlson                                | Argentina, Brasil, Colombia, Chile, México, Perú y Venezuela | Cuarto trimestre de 2007 y tercer trimestre de 2009.                  | Sin especificar                                     |
| Durán-Vázquez, Lorenzo-Valdés y Valencia-Herreira (2007) | Ohlson                                | México                                                       | 1991-2003 periodos anuales, 757 compañías                             | Clasificación de empresas en tangible e intangible  |
| Duran-Vázquez, Lorenzo-Valdés y Ruiz-Porras (2012a)      | Ohlson y Ohlson Beta                  | México                                                       | Empresas que cotizan en Bolsa Mexicana de Valores durante 2000 a 2010 | Firmas agrupadas por ciclos de corto y largo plazos |
| Duran-Vázquez, Lorenzo-Valdés y Ruiz-Porras (2012b)      | Ohlson y versiones alternativas       | Argentina, Brasil, Colombia, Chile, México, Perú y Venezuela | Primer trimestre de 2000 a tercer trimestre de 2010.                  | Comercial, Construcción y Alimentos y bebidas       |
| Duran-Vázquez, Lorenzo-Valdés y Ruiz-Porras (2012c)      | CAPM y Ohlson                         | México y Brasil                                              | Primer trimestre de 2000 a tercer trimestre de 2010.                  | Sin especificar                                     |
| Duran-Vázquez, Lorenzo-Valdés y Ruiz-Porras (2013)       | Ohlson y Ohlson con flujo de efectivo | México                                                       | Primer trimestre de 2001 a cuarto trimestre de 2010.                  | Sin especificar                                     |
| <i>Investigaciones realizadas para España</i>            |                                       |                                                              |                                                                       |                                                     |
| Iñiguez-Sánchez (2003)                                   | Ohlson y Feltham Ohlson               | España                                                       | 1992-1995, empresas que cotizan en la Bolsa de Madrid.                | Sin especificar                                     |
| Cabedo-Semper y Tirado-Beltrán (2007)                    | Ohlson                                | España                                                       | Empresas que cotizan en bolsa de 2001 a 2004                          | Sin especificar                                     |

Fuente: Elaboración propia.

## 2. Revisión de la literatura

Los estudios sobre los determinantes de los precios de las acciones bursátiles han tenido un amplio desarrollo.<sup>8</sup> Sin embargo, debe reconocerse que no hay muchos consensos en la literatura sobre los determinantes de dichos precios. Los resultados de dichos estudios dependen en buena medida de los supuestos teóricos, los mercados analizados y las metodologías de análisis. Los estudios, además, suelen valorar acciones bursátiles de firmas de países desarrollados debido a la falta de datos equivalentes para firmas de países en desarrollo. En este contexto, no sobra indicar que hay quienes señalan que varios de estos estudios reportan resultados estadísticamente no válidos (Durán-Vázquez, Lorenzo-Valdés y Ruiz-Porras, 2012a y 2012b).

El modelo propuesto por Ohlson (1995) es un modelo de valuación que se basa en la igualdad de los flujos de efectivo descontados. Es un modelo que asume que los inversionistas determinan los precios de las acciones bursátiles con base en el valor presente esperado de sus dividendos futuros. Así, el modelo Ohlson-tradicional vincula directamente la igualdad de los flujos de efectivo descontados con variables contables (Lo y Lys, 2000). Esta peculiaridad facilita su uso con fines de valuación de precios de acciones bursátiles. Particularmente, y tal como ya se ha mencionado, el modelo utiliza como determinantes de los precios a las variables “resultados del ejercicio” y “valor en libros”.

La tabla 1 muestra algunos estudios que han utilizado el modelo de Ohlson y sus variaciones para valorar acciones de firmas en los mercados de valores de Latinoamérica y España.<sup>9</sup> La tabla es relevante porque sugiere que existen pocos estudios para valorar acciones de firmas que realizan sus actividades en sectores

---

8 Véase Asmodaran (2002) y (2005) y Hordahl y Parker (2007) para introducciones a los enfoques contemporáneos de la valuación de activos.

9 Revisiones de la literatura que ha utilizado el modelo de Ohlson y sus variaciones en el contexto de los países en desarrollo y desarrollados se encuentran en los estudios de Durán-Vázquez, Lorenzo-Valdés y Ruiz-Porras (2012a y 2012b).

**Tabla 2**  
Claves, nombres y definiciones de las variables

| Clave  | Nombre                    | Descripción                                                                              |
|--------|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| PREACC | Precio de la acción       | El valor de una acción en el mercado y se mide por medio de la oferta y demanda          |
| UPA    | Utilidad por acción       | Las ganancias o pérdidas generadas de la obtención de la acción                          |
| VLA    | Valor en libros de acción | Valor por el que un activo se encuentra registrado en el balance de la empresa           |
| IDJ    | Índice Dow Jones          | Indica la evolución de las principales firmas industriales que cotizan en Estados Unidos |
| TBILL  | Tasa de bonos TBILL       | Tasa de bonos del tesoro de EEUU a 90 días (TBILLS)                                      |

*Fuente: Elaboración propia.*

económicos específicos. También sugiere que no hay estudios enfocados en los mercados de valores de los países de la Alianza del Pacífico. Más aun, la tabla sugiere que se cuenta con escasos estudios que consideren la relevancia de los mercados financieros estadounidenses en la valuación de acciones latinoamericanas. Estas consideraciones son importantes porque justifican la pertinencia de la investigación aquí planteada.

En este estudio se usa el modelo Ohlson-Internacional para estudiar la relevancia de los mercados de valores y de bonos estadounidenses en la valuación de acciones que cotizan en los países de la Alianza del Pacífico. El modelo Ohlson-Internacional incluye como determinantes adicionales de los precios de las acciones al índice Dow Jones y a la tasa de bonos del Tesoro de Estados Unidos. La hipótesis subyacente detrás de dicho modelo es que la valuación de las acciones latinoamericanas no solo depende del valor presente esperado de los dividendos futuros, sino también que las oportunidades de especulación y arbitraje existentes en los mercados financieros estadounidenses determinan dicha valuación.

Finalmente, debe señalarse que la metodología usada en esta investigación sigue las propuestas de Collins, Maydew y Weiss (1997), Durán-Vázquez, Lorenzo-Valdés y Ruiz-Porras (2012a) y Gutiérrez-Banegas y Ruiz-Porras (2014). Sin embargo, ninguno de los anteriores estudios evalúa al modelo Ohlson-Internacional ni la relevancia de los mercados financieros estadounidenses;

tampoco valúan firmas industriales que cotizan en los países de la Alianza del Pacífico. En este contexto, la investigación complementa la literatura existente. Más aun, provee de elementos para entender mejor el comportamiento de los mercados de valores de Latinoamérica.

### 3. Base de datos, modelos y metodología

En esta sección se describen la base de datos, los modelos Ohlson-Tradicional y Ohlson-Internacional y la metodología de análisis. La sección está integrada por tres apartados independientes. El primero describe las variables utilizadas para construir el panel de datos de las firmas del sector industrial que cotizan en los mercados de valores de los países de la Alianza del Pacífico. El segundo apartado plantea los modelos usados para hacer las estimaciones empíricas. El tercer apartado describe la metodología econométrica usada para estudiar la relevancia de los mercados financieros de Estados Unidos en la valuación bursátil de las firmas industriales de la región de la Alianza del Pacífico.

#### *3.1 Base de datos*

En este estudio se usa economática para obtener una muestra de variables financieras y contables de los mercados de valores de la Alianza del Pacífico y de valores y bonos del Tesoro de Estados Unidos. La muestra incluye datos trimestrales de las ocho firmas industriales que cotizaron durante el periodo 2000:01-2017:04. Todos los datos contables se presentan en dólares constantes (con base de enero de 2010) para facilitar las comparaciones y eliminar los sesgos inflacionarios propios de cada país. Asimismo, se refieren a aquellos datos reportados al cierre de trimestre de cada periodo. Estadísticamente, la base de datos utilizada aquí es un panel balanceado integrado por 576 observaciones de variables contables y financieras.

La base de datos usada incluye variables contables relativas a las ocho firmas del sector industrial que cotizaron en los mercados de valores de la Alianza del Pacífico. Las firmas incluidas son aquellas para las cuales hubo registros contables completos del periodo analizado. Las variables contables incluyen el precio de las acciones, el valor en libros y la utilidad de las firmas (*proxy* del resultado del ejercicio). La base, además, incluye variables representativas de los mercados estadounidenses. Así, las variables financieras incluyen al índice industrial Dow Jones y a la tasa de los bonos TBILL 90 días. Las variables utilizadas, sus claves y sus definiciones se indican en la tabla 2. Las firmas analizadas se describen en la tabla 3.

Tabla 3  
Firmas de la Alianza del Pacífico

| Firma                              | País origen | Sector                          | Ramo/sub ramo                               |
|------------------------------------|-------------|---------------------------------|---------------------------------------------|
| Ara Consorcio                      | México      | Industrial                      | Construcción de vivienda                    |
| Bimbo                              | México      | Producción de consumo frecuente | Producción y comercialización de alimentos. |
| Gcarso                             | México      | Industrial                      | Controladoras                               |
| GMéxico                            | México      | Industrial                      | Metales y minerales                         |
| Kimberly Clark México              | México      | Producción de consumo frecuente | Productos domésticos                        |
| Paz del Rio                        | Colombia    | Industrial                      | Cervecera                                   |
| Sociedad Química y Minera de Chile | Chile       | Industrial                      | Productor de potasio y yodo.                |
| UCP Backus Johnston                | Perú        | Industrial                      | Cervecera                                   |

Fuente: Elaboración propia con base en datos de Ecométrica.

### 3.2 Los modelos Ohlson tradicional y Ohlson-Internacional

La investigación econométrica sigue los lineamientos de Collins, Maydew y Weiss (1997), Durán-Vázquez, Lorenzo-Valdés y Ruiz-Porras (2012a) y Gutiérrez-Banegas y Ruiz-Porras (2014). Particularmente, los modelos estimados son construidos asumiendo formas funcionales lineales y supuestos teóricos específicos. El supuesto teórico principal del modelo Ohlson-Tradicional es que los inversionistas determinan los precios de las acciones bursátiles con base en el valor presente esperado de sus dividendos futuros. El supuesto principal del modelo Ohlson-Internacional es que los precios de las acciones dependen, además, de las dinámicas de los mercados de valores y de bonos del Tesoro estadounidenses.

Las especificaciones econométricas de los modelos Ohlson-Tradicional y Ohlson-Internacional son, respectivamente, las siguientes:

$$PREACC_i = \alpha_{0i} + \alpha_1 UPA_i + \alpha_2 VLA_i + \varepsilon_i \quad (1)$$

$$PREACC_i = \alpha_{0i} + \alpha_1 UPA_i + \alpha_2 VLA_i + \alpha_3 IDJ_i + \alpha_4 TIUSA_i + \varepsilon_i \quad (2)$$

Donde:

$PREACC_i$  : Precio de la firma i al cierre del periodo t

$UPA_i$  : Resultado del ejercicio de la firma i, al cierre del periodo s

$VLA_i$  : Valor en libros de la empresa i, al cierre del periodo s

$IDJ_i$  : Índice Dow Jones al cierre del periodo s

$TBILL_i$  : Tasa de los bonos TBILL-90 al cierre del periodo s

$\varepsilon_i$  : Término de error aleatorio en el periodo t

Los modelos Ohlson-Tradicional y Ohlson-Internacional postulan que los coeficientes  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$  son positivos y significativos. En el modelo Ohlson-Internacional, los signos esperados de los coeficientes  $\alpha_3$  y  $\alpha_4$  dependen de suponer que hay plena movilidad de capitales y capacidad para especular y arbitrar entre los mercados financieros. Particularmente, si las firmas estadounidenses y latinoamericanas sostuvieran relaciones comerciales entre sí o tuvieran comportamientos similares, el coeficiente  $\alpha_3$  sería positivo. Asimismo, si las tasas de los bonos del Tesoro estadounidenses se movieran de manera similar a los rendimientos bursátiles de las firmas latinoamericanas, el coeficiente  $\alpha_4$  sería positivo.

### 3.3. Metodología econométrica

Los modelos Ohlson-Tradicional y Ohlson-Internacional se estiman aquí usando técnicas de regresión para paneles de datos. Estas técnicas tienen varias ventajas que las hacen ideales para el análisis de las variables contables y financieras analizadas. Particularmente, en el contexto de esta investigación, las mencionadas técnicas permiten: 1. tomar en cuenta la potencial heterogeneidad de las firmas; 2. combinar las propiedades estadísticas de los datos en series de tiempo y de corte longitudinal; 3. aprovechar al máximo la información disponible; 4. revelar dinámicas de cambio y efectos difíciles de detectar cuando solo se usan datos de corte longitudinal o en series de tiempo; y 5. estudiar comportamientos complejos.<sup>10</sup>

Las regresiones para paneles de datos requieren que las variables utilizadas sean estacionarias, i.e.  $I(0)$ .<sup>11</sup> Por esta razón, aquí se evalúa el orden de integración de los datos originales usando tres pruebas de raíz unitaria para paneles. Las pruebas utilizadas son las propuestas por Im, Pesaran y Shin (2003), Maddala y Wu (1999) y Choi (2001). Estas pruebas se sustentan, respectivamente, en los estadísticos IPS, ADF-Fisher y PP-Fisher. Se estiman estas pruebas porque cada una de ellas supone diferentes supuestos sobre la naturaleza de los datos. En todas las pruebas se asume como hipótesis nula que hay raíces unitarias y que dichas raíces siguen procesos que no son comunes (i.e., independientes).

El análisis econométrico se sustenta en pruebas de validez estadística siguiendo parcialmente la propuesta de Gutiérrez-Banegas y Ruiz Porras (2014). Las estimaciones de los modelos

---

10 Véase Gujarati y Porter (2010) y Wooldridge (2010) para una introducción básica y avanzada, respectivamente, de los modelos econométricos para paneles de datos.

11 Una variable es estacionaria si su media y varianza no varían sistemáticamente en el tiempo. En el contexto de este estudio, las variables deben ser estacionarias para evitar la estimación de regresiones espurias. Véase Granger y Newbold (1974) y Phillips (1986) para un análisis de las relaciones entre los procesos de raíces unitarias y la estimación de regresiones espurias para series de tiempo. Véase Kao (1999) para un análisis similar en el contexto de paneles de datos.



con efectos fijos utilizan la técnica *Least-Squares Dummy Variable* (LSDV). Las estimaciones de los modelos con efectos aleatorios utilizan la técnica *Generalized Least-Squares* (GLS). Por esta razón, la evaluación de las hipótesis de significancia se hace con los estadísticos  $t$ ,  $z$ ,  $F$  y Wald.<sup>12</sup> La especificación de efectos fijos o aleatorios se evalúa mediante la prueba Hausman ajustada desarrollada por Baum, Schaffer y Stillman (2003).<sup>13</sup> Asimismo, la bondad de ajuste de los modelos se estudia con los estimadores  $R^2$  within,  $R^2$  between y  $R^2$  overall.

El análisis econométrico se enfoca en las estimaciones de dos grupos de regresiones para paneles de datos. El primer grupo incluye tres regresiones con efectos fijos y otras tres con efectos aleatorios referidas al modelo Ohlson-Tradicional. El segundo grupo incluye otras seis regresiones referidas al modelo Ohlson-Internacional. Los grupos se construyen para evaluar la existencia de problemas de endogeneidad entre las variables. Por esta razón, en cada grupo se incluyen regresores con variables simultáneas, rezagadas y adelantadas con respecto a la variable regresionada (i.e.,  $s = t - 1, t, t + 1$ ). En todos los casos, la variable regresionada son los precios de las acciones de las firmas en el periodo  $t$ .

La metodología econométrica se integra por cuatro etapas. En la primera etapa se analizan las variables originales del panel de datos mediante estadísticas descriptivas y pruebas de normalidad. En la segunda etapa se estiman las pruebas de raíces unitarias para las variables originales y las variaciones trimestrales de estas.<sup>14</sup> En la tercera etapa se estiman las regresiones asociadas a los modelos

---

12 La significancia conjunta de los regresores para las estimaciones con efectos fijos y aleatorios se evalúa, respectivamente, mediante estadísticos  $F$  y de Wald. La significancia individual de los regresores para las estimaciones con efectos fijos y aleatorios se evalúa, respectivamente, mediante estadísticos  $t$  y  $z$ .

13 La prueba de Hausman ajustada se utiliza para evaluar la conveniencia de usar efectos fijos o aleatorios. El ajuste, conocido como SIGMAMORE, evita la estimación de estadísticos de Hausman negativos en muestras finitas.

14 Tradicionalmente, las pruebas de raíces unitarias se estiman para variables en niveles y en diferencias. Sin embargo, aquí las pruebas son estimadas para las variables originales y sus variaciones trimestrales, por razones de conveniencia estadística.

Ohlson-Tradicional y Ohlson-Internacional. En la última etapa se evalúa la relevancia de los mercados financieros de Estados Unidos en los precios de las acciones de las firmas analizadas con base en pruebas de significancia individual y conjunta y en estimadores de bondad de ajuste para las estimaciones obtenidas de los modelos.

Finalmente, debe señalarse que la metodología propuesta tiene algunas limitaciones que restringen la generalidad de las conclusiones de este estudio. Entre estas destacan las siguientes: 1. las variables pueden tener ordenes de integración distintos; 2. las estimaciones de las regresiones para paneles con variables rezagadas y adelantadas solo consideran un periodo de desfase temporal para evitar pérdidas en los grados de libertad; 3. las estimaciones pueden tener problemas de especificación económica debido a la sencillez de los modelos Ohlson-Tradicional y Ohlson-Internacional; y 4. las estimaciones suponen que los errores y residuales se distribuyen normalmente.

#### **4. Análisis estadístico y de raíces unitarias**

En esta sección se muestran los resultados de los análisis estadísticos y de raíces unitarias. Estos análisis permiten describir el comportamiento de las variables del panel de datos. Más aun, permiten proponer criterios para estimar los modelos Ohlson-Tradicional y Ohlson-Internacional. Por simplicidad, los resultados de las estimaciones y las pruebas estadísticas se presentan en tablas. Particularmente, la tabla 4 muestra las estimaciones de estadística descriptiva y las pruebas de normalidad Jarque-Bera asociadas a los datos originales del panel, i.e., tal como provienen de economía. La tabla 5, por su parte, muestra los resultados de las pruebas de raíces unitarias de las variables originales y sus variaciones trimestrales.

**Tabla 4**  
Estadística descriptiva y pruebas de normalidad

| Variable          | Precio de la acción | Utilidad por acción | Valor en libros de acción | Índice Dow Jones | Tasa de bonos TBILL |
|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------------|------------------|---------------------|
| Media             | 8.07                | 0.06                | 1.14                      | 12,694.92        | 4.02                |
| Mediana           | 6.92                | 0.02                | 0.46                      | 11,465.69        | 4.19                |
| Máximo            | 32.56               | 1.91                | 9.33                      | 24,719.22        | 6.20                |
| Mínimo            | 0.33                | -0.04               | 0.01                      | 1,049.25         | 2.01                |
| Desv. Std.        | 5.86                | 0.15                | 1.96                      | 3,972.25         | 1.16                |
| Coef de variación | 0.73                | 2.50                | 1.72                      | 0.31             | 0.29                |
| Sesgo             | 1.40                | 7.40                | 2.81                      | 0.65             | 0.03                |
| Curtosis          | 5.46                | 78.58               | 10.21                     | 3.96             | 1.86                |
| Jarque-Bera       | 332.67              | 142,343.60          | 2,004.29                  | 62.90            | 31.41               |
| p-value           | <b>0.0000</b>       | <b>0.0000</b>       | <b>0.0000</b>             | <b>0.0000</b>    | <b>0.0000</b>       |
| Observaciones     | 576                 | 576                 | 576                       | 576              | 576                 |

*Notas: Las estimaciones refieren a los datos originales del panel. Los p-values se muestran en negrilla y cursiva.*

*Fuente: Elaboración propia.*

La tabla 4 sugiere que las variables contables y financieras originales no pueden usarse para estimar los modelos. La evidencia sugiere que las variables requieren de transformaciones para su uso. Particularmente, los resultados del análisis de estadística descriptiva de las variables originales indican que: 1. los precios de las acciones de las firmas son heterogéneos; 2. las utilidades de las firmas manifiestan valores positivos y negativos, durante el periodo, y las mayores volatilidades de acuerdo al coeficiente de variación; 3. todas las variables muestran distribuciones asimétricas; 4. las variables contables tienen comportamientos leptocúrticos; y 5. ninguna de las variables se distribuye normalmente.

La tabla 5 valida que la mayoría de las variables originales del panel no pueden usarse con fines de estimación econométrica. Las pruebas de raíces unitarias sugieren que las variables Precio de la Acción, Valor en Libros, Índice Dow Jones y Tasa de Bonos TBILL son integradas de orden uno,  $I(1)$ . Sin embargo, también debe señalarse que las tres pruebas coinciden en que las variaciones trimestrales de las variables originales sí son estacionarias y, por tanto, idóneas para su estimación. Por esta razón, en adelante,

las cinco variables se expresan en términos de sus variaciones trimestrales, para evitar potenciales problemas de regresión espuria en las estimaciones de los modelos.

Tabla 5  
Pruebas de raíces unitarias para paneles

|                                                  | IPS                |               | ADF-Fisher         |               | PP-Fisher          |               |
|--------------------------------------------------|--------------------|---------------|--------------------|---------------|--------------------|---------------|
|                                                  | <i>Estadístico</i> | <i>Prob.</i>  | <i>Estadístico</i> | <i>Prob.</i>  | <i>Estadístico</i> | <i>Prob.</i>  |
| <i>Pruebas para las variables originales</i>     |                    |               |                    |               |                    |               |
| Precio de la Acción                              | -1.405             | <b>0.0801</b> | 19.891             | <b>0.2252</b> | 55.172             | <b>0.0000</b> |
| Utilidad de la acción                            | -4.733             | <b>0.0000</b> | 57.888             | <b>0.0000</b> | 150.608            | <b>0.0000</b> |
| Valor en Libros                                  | 0.331              | <b>0.6298</b> | 33.197             | <b>0.0070</b> | 30.549             | <b>0.0154</b> |
| Índice Dow Jones                                 | 7.450              | <b>1.0000</b> | 0.103              | <b>1.0000</b> | 1.007              | <b>1.0000</b> |
| Tasa de bonos TBILL                              | -0.416             | <b>0.3387</b> | 12.287             | <b>0.7239</b> | 13.257             | <b>0.6539</b> |
|                                                  | IPS                |               | ADF-Fisher         |               | PP-Fisher          |               |
|                                                  | <i>Estadístico</i> | <i>Prob.</i>  | <i>Estadístico</i> | <i>Prob.</i>  | <i>Estadístico</i> | <i>Prob.</i>  |
| <i>Pruebas para las variaciones trimestrales</i> |                    |               |                    |               |                    |               |
| Precio de la Acción                              | -15.397            | <b>0.0000</b> | 206.071            | <b>0.0000</b> | 147.365            | <b>0.0000</b> |
| Utilidad de la acción                            | -24.375            | <b>0.0000</b> | 200.820            | <b>0.0000</b> | 158.538            | <b>0.0000</b> |
| Valor en Libros                                  | -17.284            | <b>0.0000</b> | 145.697            | <b>0.0000</b> | 171.065            | <b>0.0000</b> |
| Índice Dow Jones                                 | -13.436            | <b>0.0000</b> | 185.855            | <b>0.0000</b> | 147.365            | <b>0.0000</b> |
| Tasa de bonos TBILL                              | -14.022            | <b>0.0000</b> | 195.321            | <b>0.0000</b> | 147.365            | <b>0.0000</b> |

*Notas: Las estimaciones de los estadísticos asumen que hay un intercepto individual. Los p-values se muestran en negrilla y cursiva.*

*Fuente: Elaboración propia.*

Finalmente, los hallazgos del análisis estadístico y de raíces unitarias para las variables contables y financieras para el periodo analizado pueden sintetizarse de la siguiente manera: 1. los precios de las acciones de las firmas son heterogéneos; 2. las utilidades de las firmas manifiestan valores positivos y negativos y las mayores volatilidades; 3. las variables originales muestran distribuciones no normales y asimétricas; 4. las variables contables tienen comportamientos leptocúrticos; 5. las variables Precio de la Acción, Valor en Libros, Índice Dow Jones y Tasa de Bonos TBILL son  $I(1)$ ; y 6. las variables expresadas en términos de variaciones trimestrales son estacionarias.

## 5. Análisis econométrico

En esta sección se muestran las estimaciones y estimadores utilizados para evaluar la relevancia de los mercados de valores y de bonos estadounidenses en la valuación de las acciones de las firmas. Nuevamente, y por simplicidad, las estimaciones se presentan en tablas. En específico, la tabla 6 muestra las estimaciones de las regresiones y de los estadísticos de validación del modelo Ohlson-Tradicional. La tabla 7, por su parte, muestra las estimaciones de las regresiones y de los estimadores de validez estadística del modelo Ohlson-Internacional. Tal como se ha mencionado, los estimadores de validez incluyen estadísticos de significancia individual y conjunta y de especificación de efectos en regresiones y estimadores de bondad de ajuste.

La tabla 6 sugiere que el modelo Ohlson-Tradicional tiene una capacidad limitada para explicar los precios de las acciones de las firmas analizadas. En todas las regresiones estimadas, los indicadores de bondad de ajuste son relativamente bajos. Además, las estimaciones de los coeficientes  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$  presentan valores positivos y negativos significativos. Sin embargo, los estadísticos de Hausman ajustados coinciden en que las especificaciones con efectos aleatorios son las que mejor describen los precios de las acciones. Más aun, las pruebas de significancia conjunta de mínimos cuadrados restringidos validan que los efectos fijos no son significativos para explicar los precios de las acciones de las firmas analizadas.

La tabla 7 muestra que el modelo Ohlson-Internacional explica mejor los precios de las acciones latinoamericanas que el modelo Ohlson-Tradicional. Particularmente, los estimadores de bondad de ajuste de la tabla muestran que las regresiones que usan variables rezagadas son las que mejor explican los precios de las acciones. Así, la evidencia valida la capacidad predictiva del modelo de Ohlson. Además, en las mencionadas regresiones ocurre que  $\alpha_1 > 0$  y  $\alpha_2 < 0$ . Este hallazgo implica que los precios de las acciones de las firmas son determinados significativa

y directamente por su utilidad rezagada e inversamente por su valor en libros rezagado. Así, la evidencia resulta parcialmente consistente con las predicciones del modelo de Ohlson.

**Tabla 6**  
Estimaciones del modelo Ohlson-Tradicional

|                         | Simultáneas   |               | Rezagadas     |               | Adelantadas   |               |
|-------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|                         | Fijos         | Aleatorios    | Fijos         | Aleatorios    | Fijos         | Aleatorios    |
| Utilidad por acción     | 5.817 **      | 5.474 **      | -4.620 *      | -4.546 *      | -1.085        | -1.091        |
| <i>p-value</i>          | <b>0.0160</b> | <b>0.0210</b> | <b>0.0530</b> | <b>0.0530</b> | <b>0.6560</b> | <b>0.6490</b> |
| Valor en libros         | -4.359 ***    | -4.145 ***    | 4.660 ***     | 4.615 ***     | 0.931         | 0.935         |
| <i>p-value</i>          | <b>0.0010</b> | <b>0.0010</b> | <b>0.0000</b> | <b>0.0000</b> | <b>0.4890</b> | <b>0.4780</b> |
| Constante               | 0.118         | 0.115         | -0.002        | -0.002        | 0.029         | 0.029         |
| <i>p-value</i>          | <b>0.4680</b> | <b>0.4760</b> | <b>0.9880</b> | <b>0.9910</b> | <b>0.8600</b> | <b>0.8600</b> |
| F ó Wald                | 6.380 ***     | 12.100 ***    | 11.270 ***    | 22.940 ***    | 0.340         | 0.720         |
| <i>p-value</i>          | <b>0.0018</b> | <b>0.0024</b> | <b>0.0000</b> | <b>0.0000</b> | <b>0.7092</b> | <b>0.6988</b> |
| R2 within               | 0.022         | 0.022         | 0.039         | 0.039         | 0.001         | 0.001         |
| R2 between              | 0.434         | 0.435         | 0.385         | 0.385         | 0.099         | 0.099         |
| R2 overall              | 0.021         | 0.021         | 0.039         | 0.039         | 0.001         | 0.001         |
| Hausman ajustado        | 0.700         |               | 0.030         |               | 0.000         |               |
| <i>p-value</i>          | <b>0.7034</b> |               | <b>0.9848</b> |               | <b>0.9998</b> |               |
| F test that all $u_i=0$ | 0.170         |               | 0.050         |               | 0.030         |               |
| <i>p-value</i>          | <b>0.9903</b> |               | <b>0.9999</b> |               | <b>1.0000</b> |               |
| sigma_u                 | 0.193         | 0.000         | 0.097         | 0.000         | 0.076         | 0.000         |
| sigma_e                 | 3.852         | 3.852         | 3.819         | 3.819         | 3.893         | 3.893         |
| rho                     | 0.003         | 0.000         | 0.001         | 0.000         | 0.000         | 0.000         |

*Notas: La variable regresionada es el precio de la acción en el periodo t. Las estimaciones que usan variables simultáneas, rezagadas y adelantadas se subdividen entre aquellas que usan efectos fijos y aleatorios. Todas las variables están expresadas en términos de variaciones trimestrales de los datos originales del panel. El estadístico de Hausman ajustado es el propuesto por Baum, Schaffer y Stillman, (2003). Los p-values se muestran en negrilla y cursiva. Uno, dos y tres asteriscos indican, respectivamente, niveles de significancia del 10, 5, y 1 por ciento.*

*Fuente: Elaboración propia.*

Estadísticamente, la validación de las estimaciones se hace mediante los estadísticos de Hausman y de significancia conjunta. En particular, los estadísticos Hausman ajustados coinciden en que las regresiones con efectos aleatorios son las que mejor describen los precios de las acciones. Más aun, todos los estadísticos F de mínimos cuadrados restringidos muestran que los efectos fijos no son regresores significativos. Además, las pruebas de significancia conjunta F y Wald muestran que las estimaciones con variables simultaneas y rezagadas explican significativamente los

precios de las acciones. Por tanto, puede concluirse que la regresión con variables rezagadas y con efectos aleatorios es la que mejor describe los precios de las acciones.

Tabla 7  
Estimaciones del modelo Ohlson-Internacional

|                       | Simultáneas  |              |              |     | Rezagadas    |              |              |     | Adelantadas  |              |
|-----------------------|--------------|--------------|--------------|-----|--------------|--------------|--------------|-----|--------------|--------------|
|                       | Fijos        |              | Aleatorios   |     | Fijos        |              | Aleatorios   |     | Fijos        | Aleatorios   |
| Utilidad por acción   | 5.866        | **           | 5.504        | **  | -4.678       | **           | -4.610       | **  | -1.092       | -1.098       |
| p- value              | <b>0.015</b> |              | <b>0.020</b> |     | <b>0.050</b> |              | <b>0.049</b> |     | <b>0.655</b> | <b>0.647</b> |
| Valor en libro        | -4.354       | ***          | -4.141       | *** | 4.740        | ***          | 4.699        | *** | 0.933        | 0.937        |
| p- value              | <b>0.001</b> |              | <b>0.001</b> |     | <b>0.000</b> |              | <b>0.000</b> |     | <b>0.489</b> | <b>0.478</b> |
| Índice Dow Jones      | 0.000        |              | 0.000        |     | 0.000        |              | 0.000        |     | 0.000        | 0.000        |
| p- value              | <b>0.333</b> |              | <b>0.330</b> |     | <b>0.699</b> |              | <b>0.684</b> |     | <b>0.542</b> | <b>0.541</b> |
| Tasa de bonos TBILL   | 0.479        |              | 0.480        |     | 0.745        | **           | 0.751        | **  | 0.007        | 0.008        |
| p- value              | <b>0.213</b> |              | <b>0.210</b> |     | <b>0.034</b> |              | <b>0.031</b> |     | <b>0.985</b> | <b>0.984</b> |
| Constante             | 0.124        |              | 0.121        |     | 0.032        |              | 0.033        |     | 0.018        | 0.018        |
| p- value              | <b>0.452</b> |              | <b>0.459</b> |     | <b>0.842</b> |              | <b>0.836</b> |     | <b>0.914</b> | <b>0.914</b> |
| F ó Wald              | 4.050        | ***          | 15.570       | *** | 6.790        | ***          | 27.690       | *** | 0.270        | 1.130        |
| p- value              | <b>0.003</b> |              | <b>0.004</b> |     | <b>0.000</b> |              | <b>0.000</b> |     | <b>0.895</b> | <b>0.890</b> |
| R2 within             | 0.028        |              | 0.028        |     | 0.047        |              | 0.047        |     | 0.002        | 0.002        |
| R2 between            | 0.442        |              | 0.443        |     | 0.506        |              | 0.509        |     | 0.083        | 0.083        |
| R2 overall            | 0.027        |              | 0.027        |     | 0.047        |              | 0.047        |     | 0.002        | 0.002        |
| Hausman ajustado      |              | 0.700        |              |     |              | 0.040        |              |     | 0.000        |              |
| p- value              |              | <b>0.873</b> |              |     |              | <b>0.998</b> |              |     | <b>1.000</b> |              |
| F test that all u_i=0 | 0.170        |              |              |     | 0.030        |              |              |     | 0.030        |              |
| p-value               | <b>0.990</b> |              |              |     | <b>1.000</b> |              |              |     | <b>1.000</b> |              |
| sigma_u               | 0.193        |              | 0.000        |     | 0.085        |              | 0.000        |     | 0.077        | 0.000        |
| sigma_e               | 3.847        |              | 3.847        |     | 3.810        |              | 3.810        |     | 3.899        | 3.899        |
| rho                   | 0.003        |              | 0.000        |     | 0.000        |              | 0.000        |     | 0.000        | 0.000        |

Notas: La variable regresionada es el precio de la acción en el periodo  $t$ . Las estimaciones que usan variables simultáneas, rezagadas y adelantadas se subdividen entre aquellas que usan efectos fijos y aleatorios. Todas las variables están expresadas en términos de variaciones trimestrales de los datos originales del panel. El estadístico de Hausman ajustado es el propuesto por Baum, Schaffer y Stillman, (2003). Los  $p$ -values se muestran en negrilla y cursiva. Uno, dos y tres asteriscos indican, respectivamente, niveles de significancia del 10, 5, y 1 por ciento.

Fuente: Elaboración propia.

Las estimaciones del modelo Ohlson-Internacional sugieren que hay una movilidad limitada de capitales para especular y hacer arbitraje entre los mercados estadounidenses y latinoamericanos. Particularmente, la evidencia muestra que los precios de las acciones son determinados significativa y directamente

por la tasa de los bonos estadounidenses rezagada. ( $\alpha_4 > 0$ ). Sin embargo, también muestra que los precios de las acciones tienen relaciones directas pero no significativas con el índice Dow Jones ( $\alpha_3 = 0$ ). Además, la preminencia de las estimaciones con efectos aleatorios sugiere que las acciones de la región son valuadas de la misma manera por los inversionistas bursátiles.

Finalmente, los hallazgos sugieren que los mercados financieros estadounidenses tienen efectos diferenciados en la valuación de las acciones de las firmas industriales que cotizan en los países de la Alianza del Pacífico. Los hallazgos muestran que los precios de las acciones de las firmas analizadas: 1. son determinados significativa y directamente por la tasa de bonos estadounidenses rezagada; 2. tienen relaciones directas pero no significativas con el índice Dow Jones; 3. son valuados de la misma manera por los inversionistas bursátiles internacionales; y que 4. pueden ser descritos por el modelo Ohlson-Internacional que utiliza variables rezagadas y que asume la existencia de efectos aleatorios.

## 6. Conclusiones y líneas de investigación futura

En este capítulo se ha estudiado la relevancia de los mercados de valores y de bonos estadounidenses en la valuación de acciones de firmas industriales que cotizan en los países de la Alianza del Pacífico. La investigación se ha sustentado en el modelo de valuación bursátil propuesto por Ohlson y en una variación de este que incluye el índice Dow Jones y la tasa TBILL-90. Estos modelos se denominan, respectivamente, Ohlson-Tradicional y Ohlson-Internacional. La metodología empírica se sustenta en pruebas de raíces unitarias, regresiones para paneles de datos y estimadores de validez estadística. La muestra incluyó datos trimestrales de ocho firmas de la región analizada que cotizaron en el periodo 2000:01-2017:04.

Los principales hallazgos del análisis estadístico y de raíces unitarias para las variables contables y financieras para el periodo



analizado pueden sintetizarse de la siguiente manera: 1. los precios de las acciones de las firmas son heterogéneos; 2. las utilidades de las firmas manifiestan valores positivos y negativos y las mayores volatilidades; 3. las variables originales muestran distribuciones no normales y asimétricas; 4. las variables contables tienen comportamientos leptocúrticos; 5. las variables Precio de la Acción, Valor en Libros, Índice Dow Jones y Tasa de Bonos TBILL son I(1); y 6. las variables expresadas en términos de variaciones trimestrales son estacionarias.

Los hallazgos del análisis econométrico sugieren que los mercados financieros estadounidenses tienen efectos diferenciados en la valuación de las acciones de las firmas industriales que cotizan en los países de la Alianza del Pacífico. Los hallazgos muestran que los precios de las acciones de las firmas analizadas: 1. son determinados significativa y directamente por la tasa de bonos estadounidenses rezagada; 2. tienen relaciones directas pero no significativas con el índice Dow Jones; 3. son valuados de la misma manera por los inversionistas bursátiles internacionales; y que 4. pueden ser descritos por el modelo Ohlson-Internacional que utiliza variables rezagadas y que asume la existencia de efectos aleatorios.

Estos hallazgos tienen implicaciones para la valuación bursátil. La primera implicación es que los inversionistas valúan de manera homogénea las acciones de las firmas industriales que cotizan en la Alianza del Pacífico. Por tanto, las acciones mencionadas parecieran carecer de particularidades que definan su valuación. La segunda implicación es que los precios de las acciones de firmas industriales dependen de la tasa de los bonos rezagada, no del índice Dow Jones. Por tanto, los mercados bursátiles de la región parecieran depender de las dinámicas en los mercados de bonos estadounidenses. La tercera implicación es que las variaciones del modelo de Ohlson pueden ser útiles para estudiar los determinantes de los precios de las acciones.

Finalmente, debe señalarse que hay algunas líneas de investigación futura complementarias a esta investigación. La primera

línea se refiere a la incorporación de determinantes micro y macroeconómicos adicionales al modelo de valuación Ohlson. Así, podrían incluirse determinantes relativos a la carga fiscal, a factores de endeudamiento, al tipo de cambio real y a la balanza de pagos.<sup>15</sup> Una segunda línea pudiera estar vinculada a la combinación de modelos para mejorar las valuaciones bursátiles. Modelos combinados de los tipos Ohlson-Feltham, Ohlson-Beta y otros similares podrían ser muy útiles para estudiar los precios de los activos bursátiles que cotizan en los mercados financieros latinoamericanos.<sup>16</sup>

## 7. Referencias

- Asmodaran, A. (2002), *Investment Valuation: Tools and Techniques for Determining the Value of Any Asset*, 2a ed., Estados Unidos, Nueva York, John Wiley & Sons.
- (2005), “Valuation Approaches and Metrics: A Survey of the Theory and Evidence, *Foundations and Trends® in Finance*, 1(8), pp. 693-784. doi: <http://dx.doi.org/10.1561/05000000013>.
- Baum, C. F.; Schaffer, M. E. & S. Stillman (2003), “Instrumental Variables and GMM: Estimation and Testing”, *Stata Journal*, 3(1), pp. 1-31. doi: <https://doi.org/10.1177/1536867X0300300101>.
- Cabedo-Semper, J. D. & J. M. Tirado-Beltrán (2007), “El beneficio anormal en el modelo de Ohlson: una propuesta para su estimación”, *Revista de Contabilidad*, 10(1), pp. 75-97. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2577810.pdf>.
- Choi, I. (2001), “Unit Root Tests for Panel Data”, *Journal of International Money and Finance*, 20(2), pp. 249-272. doi: [https://doi.org/10.1016/S0261-5606\(00\)00048-6](https://doi.org/10.1016/S0261-5606(00)00048-6).

- 
- 15 Hay algunos estudios que han propuesto variaciones del modelo de Ohlson donde se incluyen determinantes adicionales. Algunos ejemplos de dichos estudios son aquellos de McCrae y Nilsson (2001), Durán-Vázquez, Lorenzo-Valdés y Aldana-Reyes (2011) y Durán-Vázquez, Lorenzo-Valdés y Ruiz-Porras (2012b y 2013).
- 16 Hay algunos estudios que han analizado la valuación de acciones combinando el modelo de Ohlson. Algunos ejemplos de dichos estudios son aquellos de Iñiguez-Sánchez (2003) y Durán-Vázquez, Lorenzo-Valdés y Ruiz-Porras (2012a y 2012c).

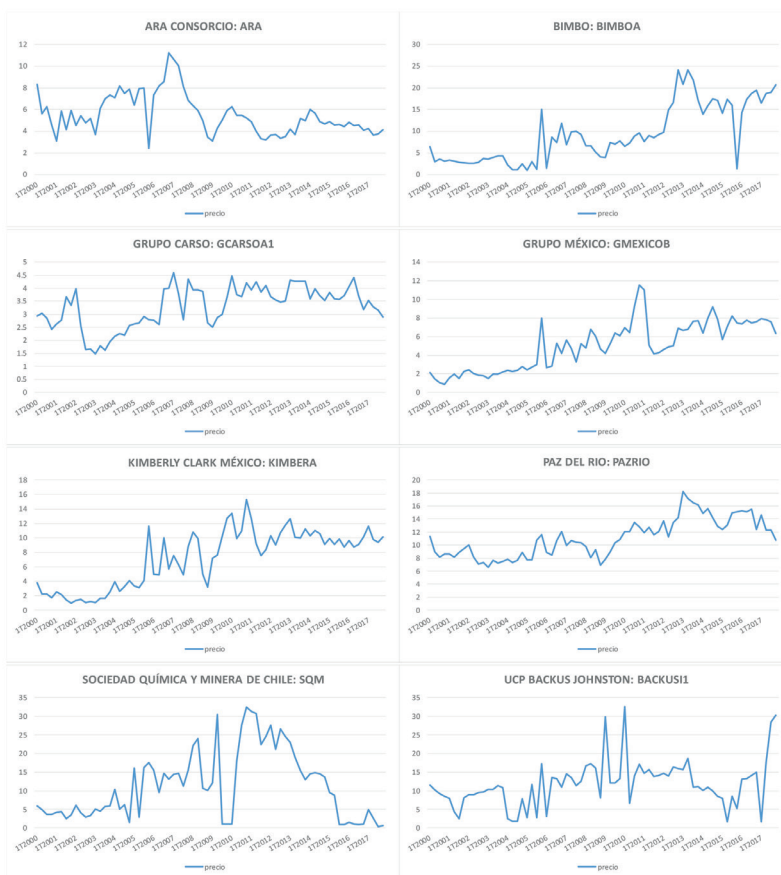
- Collins, D. W.; Maydew, E. L. & I. S. Weiss (1997), "Changes in the Value-Relevance of Earnings and Book Values Over the Past Forty Years", *Journal of Accounting and Economics*, 24(1), pp. 39-67. doi: [https://doi.org/10.1016/S0165-4101\(97\)00015-3](https://doi.org/10.1016/S0165-4101(97)00015-3).
- Durán-Vázquez, R.; Lorenzo-Valdés & F. Aldana-Reyes (2011), "Relevancia del modelo de Ohlson con datos mexicanos antes y después de la crisis del 2008", en Academia de Ciencias Administrativas A. C., *La Administración y la responsabilidad social empresarial (Memorias del XV Congreso Internacional de Investigación de Ciencias Administrativas)*, (ID 4983), México, Universidad Veracruzana y ACACIA. Disponible en: [http://acacia.org.mx/busqueda/pdf/09\\_01\\_Modelo\\_de\\_OHLSON.pdf](http://acacia.org.mx/busqueda/pdf/09_01_Modelo_de_OHLSON.pdf).
- Durán-Vázquez, R.; Lorenzo-Valdés, A. & A. Ruiz-Porras (2012a), "Valuación de acciones mexicanas mediante los modelos de Ohlson y Ohlson-Beta para firmas con ciclos de corto y largo plazos: un análisis de cointegración", en F. Ortiz-Arango & F. López Herrera (coords.), *Avances recientes en valuación de activos y administración de riesgos*, vol. 3, México, Universidad Panamericana, pp. 305-318.
- (2012b), "Valuation of Latin-American Stock Prices with Alternative Versions of the Ohlson Model: An Investigation of Cointegration Relationships with Time-Series and Panel-Data", en R. S. Espinosa Ramirez (ed.), *Research Issues on International Economic Relations*, México, Universidad de Guadalajara, pp. 161-183.
- (2012c), "Integración de los modelos de CAPM y de Ohlson, para el caso de México y Brasil", en M. F. Fonseca Paredes (dir.) & M. González Valdés (comp.), *Retos de las ciencias administrativas desde las economías emergentes: evolución de sociedades (Memorias del XVI Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Administrativas)*, (ID 4939), México, Tecnológico de Monterrey y ACACIA. Disponible en: [http://gitmexico.com/acacia/busqueda/pdf/09\\_PF404\\_Integracion\\_de\\_Modelos.pdf](http://gitmexico.com/acacia/busqueda/pdf/09_PF404_Integracion_de_Modelos.pdf).
- (2013), "Análisis del modelo de Ohlson devengado y con flujo de efectivo, para evaluar cointegración entre las variables, en empresas mexicanas", en F. E. Navarrete Báez (comp.), *Las ciencias administrativas ante los retos del empleo y la crisis laboral mundial (Memorias del XVII Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Administrativas)*, (ID 5638), México, Universidad del Valle de Atemajac (UNIVA) y ACACIA. Disponible en: <http://gitmexico.com/acacia/busqueda/pdf/857.pdf>.
- Durán-Vázquez, R.; Lorenzo-Valdés, A. & H. Valencia-Herrera (2007), "Value Relevance of the Ohlson Model with Mexican Data", *Contaduría y Administración*, (223), pp. 33-52. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/395/39515964007.pdf>.

- Granger, C. W. J. & P. Newbold (1974), "Spurious Regressions in Econometrics", *Journal of Econometrics*, 2(2), pp. 111-120. doi: [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(74\)90034-7](https://doi.org/10.1016/0304-4076(74)90034-7).
- Gujarati, D. N. & D. C. Porter (2010), *Econometría*, 5ª ed., México, México DF, McGraw-Hill.
- Gutiérrez-Banégas, M. A. & A. Ruiz-Porras (2014), *Capital social, confianza y crecimiento económico: una investigación para América Latina*, México, México DF, Tecnológico de Monterrey.
- Hordahl, P. & F. Packer (2007), "Understanding Asset Prices: An Overview" (Documento de Trabajo 34), Basilea, Suiza, Bank for International Settlements, Monetary and Economic Department.
- Im, K. S.; Pesaran, M. H. & Y. Shin (2003), "Testing for Unit Roots in Heterogeneous Panels", *Journal of Econometrics*, 115(1), pp. 53-74. doi: [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(03\)00092-7](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(03)00092-7).
- Iñiguez-Sánchez, R. (2003), "Aplicación de los modelos de Feltham-Ohlson para la predicción de beneficios y la valoración de acciones", *Revista Española de Finanzas y Contabilidad*, 32(118), pp. 937-941. Disponible en: <https://www.jstor.org/stable/42781540>.
- Kao, C. (1999), "Spurious Regression and Residual-Based Tests for Cointegration in Panel Data", *Journal of Econometrics*, 90(1), pp. 1-44. doi: [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(98\)00023-2](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(98)00023-2).
- Lo, K. & Lys, T. (2000). The Ohlson model: Contribution to valuation theory, limitations and empirical applications. *Journal of Accounting, Auditing and Finance*, 15(3), pp. 337-367. DOI: <https://doi.org/10.1177/0148558X0001500311>
- Maddala, G. S. & S. Wu (1999), "A Comparative Study of Unit Root Tests with Panel Data and a New Simple Test", *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 61(número especial), pp. 631-652. doi: <https://doi.org/10.1111/1468-0084.0610s1631>.
- McCrae, M. S. & H. Nilsson (2001), "The Explanatory and Predictive Power of Different Specifications of the Ohlson (1995) Valuation Models", *European Accounting Review*, 10(2), pp. 315-341. doi: <https://doi.org/10.1080/713764600>.
- Ohlson, J. A. (1995), "Earnings, Books Values and Dividends in Equity Valuation", *Contemporary Accounting Research*, 11(2), pp. 661-687. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1911-3846.1995.tb00461.x>.
- Phillips, P. C. B. (1986), "Understanding Spurious Regressions in Econometrics", *Journal of Econometrics*, 33(3), pp. 311-340. doi: [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(86\)90001-1](https://doi.org/10.1016/0304-4076(86)90001-1).
- Varian, H. R. (1992), *Microeconomic Analysis*, 3ª ed., Estados Unidos, Nueva York, W.W. Norton & Company, Inc.

Wooldridge, J. M. (2010), *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*, 2ª ed., Estados Unidos, Cambridge, MIT Press.

## Apéndice

**Figura 1A**  
Precios de las acciones de las firmas industriales. 2000:01-2017:04



Fuente: Elaboración propia con base en datos de Economatica.



## CAPÍTULO 4

### CONTRASTE DE RENDIMIENTO Y COBERTURA DE PORTAFOLIOS COMBINANDO DIVISAS Y CRIPTOMONEDAS

GUILLERMO SIERRA JUÁREZ  
SANDRA IVETT PORTUGAL PADILLA

#### 1. Introducción

En el presente trabajo se pretende analizar las criptodivisas como una forma de inversión en la que se busca proponer un portafolio diversificado para disminuir el riesgo y/o elevar el rendimiento. Dado que el tema de las criptomonedas es relativamente reciente hay poca bibliografía práctica que aporte información a los portafolios de inversión con ellas. De lo que existe, se tomaron en cuenta algunos documentos de investigación donde son incluidas con resultados favorables, y que se tomaron como base para este tema de investigación.

Un ejemplo es el portal llamado CriptoNoticias, creado en 2015 por la necesidad de los usuarios de habla hispana de tener una fuente confiable de información sobre criptotecnología descentralizada. En este espacio se encuentran algunos documentos que aportan al tema, como los que se mencionan a continuación.

En el documento “Riesgos y retornos de las criptomonedas” de Tsyvinski y Liu (2018), establecen los autores que la relación

riesgo-retorno de algunas criptomonedas es distinto al de las acciones, metales preciosos y monedas fiat.

Otro documento es el que publica Fernández (2018) “Criptoactivos pueden optimizar portafolios de inversión, según Grayscale”, que asegura que a pesar de las fluctuaciones en el precio o en la valoración del mercado total de criptomonedas existe una apreciación a largo plazo, al punto de que las criptomonedas más importantes comienzan a formar parte de fondos de cobertura tradicionales y, por lo menos, bitcoin ya se incluye regularmente en contratos a futuro.

En el portal Cointelegraph, publicó Preiss (2018) “Las criptomonedas como diversificación de cartera: cobertura sistemática con excelente perfil de riesgo-rentabilidad”, donde menciona que análisis históricos de la rentabilidad del bitcoin y de las del oro frente a las del Mercado de Acciones en momentos de volatilidad reciente del mercado pueden proporcionar algunas indicaciones sobre los datos del pasado, pero todavía no existe información suficiente sobre cómo concluir que el bitcoin podría actuar de forma fiable como un refugio seguro. En cuanto al perfil riesgo-rentabilidad, no hay ningún otro activo en el mundo que haya igualado la opcionalidad de los bitcoins. Para la construcción del portafolio se utilizará el modelo de Markowitz en la modalidad de la proporción de Sharpe.

Zubeldia, Zabalza y Zubiaurre (2002) mencionan que Markowitz desarrolla su modelo sobre la base del comportamiento racional del inversor, en la que el inversionista, después de conocer las combinaciones rentabilidad-riesgo de todas las carteras eficientes, elegirá su cartera óptima.

La proporción de Sharpe fue desarrollada por el Nobel de Economía William F. Sharpe, con la intención de conocer si la rentabilidad de una inversión se debe a una decisión inteligente, o si, por el contrario, es resultado de haber asumido más riesgo; es un ratio financiero que calcula la rentabilidad ajustada según su riesgo. Mide numéricamente la relación rentabilidad-volatilidad histórica (desviación estándar) de un fondo de inversión y se



calcula dividiendo la rentabilidad de un fondo menos la tasa de interés sin riesgo entre la volatilidad o desviación estándar de esa rentabilidad en el mismo periodo.

Dado que se realizarán unas opciones de portafolios, utilizaremos la teoría del valor en riesgo (VaR), ya que nos menciona la pérdida máxima que puede tener el inversionista en un determinado horizonte temporal con un determinado nivel de confianza. Algunas de sus ventajas son: agregar todo el riesgo de una inversión en un solo número, y es una medida de riesgo estandarizada y por ende se puede comparar.

Sobre el sistema monetario, recordemos que una moneda es un activo que se utiliza para adquirir bienes o servicios, este tipo de dinero puede darse en efectivo donde tanto compradores como vendedores lo aceptan como medio de intercambio. Entre las principales funciones que lo distinguen de otro activo hallamos: a) tienen una entidad de cuenta que se utiliza para registrar cuentas, saldos, precios y valorizaciones; b) es un depósito de valor, ya que puede ser considerado un bien con que las personas pueden transferir poder de compra al futuro.

El mercado de divisas, también conocido como mercado de tipos de cambio, es un mercado global y descentralizado en el que se negocian divisas. Nació con el objeto de facilitar cobertura al flujo monetario que se deriva del comercio internacional. El tipo de cambio es el precio de la moneda de un país en función de la moneda de otro.

El mercado de divisas es también el precio de un activo financiero. De la misma manera en que la cotización de las acciones se mueve, el tipo de cambio responde inmediatamente a cualquier información relacionada con la evolución del valor de las divisas en el futuro.

Los principales agentes que participan en este mercado son los bancos comerciales, las empresas multinacionales, las instituciones financieras no bancarias y los bancos centrales de cada país.

Por otra parte, en el tema de la criptomoneda se iniciará considerando su definición (según el Banco Central Europeo): es una

moneda virtual que se crea y se almacena electrónicamente. La diferencia más importante entre este tipo de monedas y las tradicionales es que no está regulada por ningún tipo de autoridad, por lo que invertir en ella puede resultar atractivo, pero también riesgoso.

Actualmente en el mundo existen cientos de criptomonedas, algunas de las principales y que serán utilizadas en este trabajo son las siguientes: bitcoin, xrp, monero, litecoin y dash (la presente sección tiene su fundamento en la página de Investing.com).

La criptomoneda xrp proviene de Ripple, un sistema de liquidación bruta en tiempo real, un servicio de remesas que cotiza en bolsa. También es conocido este protocolo de transacciones como ripple o protocolo ripple. Tiene su fundamento en un protocolo de Internet de código abierto distribuido, un libro de cuentas consensuado que pretende habilitar transacciones financieras instantáneas, seguras y casi gratuitas a escalas mundiales de cualquier tamaño y sin cargos extra. Esta criptomoneda existe solamente en el sistema Ripple. Existen aproximadamente 100,000 millones de xrp en circulación, según las reglas del protocolo, y no se pueden crear más.

La criptomoneda monero-xmr es conocida por sus siglas como xmr, salió en 2014 como un *fork* de Bytecoin; es de código abierto, heredó el protocolo Cryptonote de Bytecoin, lo que le proporcionó un anonimato total que otras criptomonedas no pueden ofrecer, por lo que las transacciones económicas que se realizan con ella son totalmente confidenciales e irrastreables. Esta criptomoneda ofrece el anonimato en las transacciones hechas por las personas y son mucho más veloces que el bitcoin, con el tipo de generación de bloques que es de dos minutos frente a los diez minutos del bitcoin.

La criptomoneda litecoin es de las más utilizadas por el público con menos experiencia en el mundo de las criptomonedas, debido a que su funcionamiento es más simple y menos exigente, ya que el tiempo de generación de bloques es de 2.5 minutos en lugar de los diez minutos del bitcoin, por lo que se

puede gestionar con computadoras más sencillas y existe una mayor agilidad para realizar un gran número de transacciones. Funciona igual que el bitcoin, pero posee un límite mayor que se sitúa en los 84 millones de litecoins.

La criptomoneda dash, anteriormente conocida como Darkcoin, es tipificada como una forma de transacción más segura que las otras criptomonedas por su sistema de seguridad, con once algoritmos, que dificulta hackear la red Dash. También es más simple de utilizar para la minería, ya que es más accesible para computadoras normales que el bitcoin. Una de sus cualidades es el anonimato que ofrece en las transacciones realizadas por los usuarios, e intenta eliminar el origen de las transacciones realizadas.

En la actualidad ya existen muchas criptomonedas y continúa la creación de nuevas monedas virtuales. Aunque presentan diferencias, todas ellas utilizan el *blockchain* de manera distinta, pero es posible establecer ciertos criterios comunes entre ellas.

En el año 2009 apareció el artículo titulado “Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System”, de un autor con el seudónimo de Satoshi Nakamoto, en el que se describe un sistema online de pagos que permite, a partir de una moneda virtual denominada bitcoin, el envío y recepción de dinero entre partes.

A pesar de que el concepto de moneda virtual ya existía desde los noventa, como, por ejemplo, el Pecunix, e-Gold, y otras monedas asociadas al entretenimiento, como Facebook Credits. Con la llegada del bitcoin se propone un nuevo protocolo de intercambio de dinero sin intervención de intermediario alguno, es decir, público y descentralizado, donde no es necesaria una institución financiera que pudiera dar confianza a la transacción y con ello se evitara el doble gasto.

En el sistema Bitcoin los propios usuarios se encargarán de regular la cantidad de monedas que circulan, además de su valor, y dar consistencia a las transacciones. La confianza en el bitcoin reside en el conocimiento de la historia de las transacciones denominada “*blockchain*” o “cadena de bloques”, donde de manera histórica se almacena de forma distribuida, pública y sin interme-

diación, todas y cada una de las transacciones realizadas hasta la fecha en el sistema, agrupadas por bloques, y, por otra parte, lo importante es que no se pierde el anonimato o privacidad de los usuarios.

Lo que se registra en el *blockchain* queda registrado por siempre y es inherentemente resistente a la alteración de información registrada y validada. Estas propiedades lo hacen ideal para el registro de eventos públicos y privados; de hecho, se puede pensar en él como en un notario electrónico.

El *blockchain* es empleado, además, en contratos inteligentes entre pares, en la gestión de derechos de autor, en propiedad intelectual de contenidos digitales, es decir, posee grandes capacidades de desintermediación en un mundo digital y se considera una invención tan importante como Internet.

Al contrario de lo que viene ocurriendo con las monedas físicas tradicionales, que entre otras cosas, no pueden ser gastadas dos veces, y en cuyo uso no son necesarios más que el emisor y receptor, en las monedas virtuales había sido imprescindible contar con un intermediario para asegurar que la moneda no se ocupara más de una vez, y el sistema funciona gracias a la confianza que se tiene en este agente.

En el caso del bitcoin, son los mismos usuarios, a través de seguros procesos de validación (criptográficos), los que validan y dan registro a las transacciones. El *blockchain* es la tecnología que da soporte a la moneda virtual de Bitcoin, funciona como un libro contable robusto, inalterable y verificable.

El bitcoin es un medio de intercambio electrónico que opera a través de un determinado protocolo y una red computacional P2P, donde el sistema consiste de una secuencia alfanumérica legible de treinta y tres caracteres para todas las personas, dichas claves están asociadas a un monedero virtual.

Para poder intercambiar bitcoins, cada usuario cuenta con una clave criptográfica donde el sistema permite descontar la cantidad de bitcoins a quien compra y aumentar la cantidad de quien vende.

Tanto el código criptográfico como la moneda deben verificarse para su ejecución. Es bastante transparente el proceso de transacción del bitcoin en una denominada cadena de bloques, y conforman un proceso de resolución matemática llamado minería (*mining*). Para que el bloque sea aceptado debe resolverse el problema criptográfico; a medida que los bloques aumenten, aumentará su complejidad, lo que es una característica de antifalsificación del bitcoin. Bitcoin funciona como un libro contable descentralizado en el que los saldos no están ligados a los usuarios sino a las direcciones públicas que lo controlan.

Cualquier individuo que participa en la red Bitcoin debe contar con una cartera electrónica que contiene llaves criptográficas. Las direcciones bitcoin que son visibles se derivan de las llaves públicas de cada usuario y a su vez funcionan como los puntos remitente/receptor para todos los pagos realizados. Las llaves privadas correspondientes a cada llave pública sirven para que un determinado usuario pueda autorizar los pagos, transferir bitcoins desde su billetera.

Las direcciones públicas no poseen ninguna información sobre los dueños y aparecen como una secuencia de 33 caracteres aleatoria de números y letras. Los usuarios de Bitcoin pueden fácilmente y sin limitaciones generar varias direcciones; esta generación es equivalente a generar un nuevo par de llaves (pública/privada) y no requiere ningún contacto con nodos de la red. Los usuarios que desean preservar el anonimato suelen crear una nueva dirección para cada transacción.

## 2. Desarrollo

Como un resultado tradicional de finanzas, cualquier activo que genere un rendimiento por arriba de la tasa libre de riesgos vendrá acompañado de un riesgo mayor.

Un portafolio se puede concebir como un conjunto de varios activos con rendimientos y riesgos diferentes que se mantiene

como una sola unidad. El problema ahora es determinar cuál es el monto que debería invertirse en cada uno de los activos que lo componen de tal modo que se maximice el valor del portafolio dado un nivel de riesgo aceptado, este problema es conocido como portafolio eficiente.

Al conjunto de portafolios eficientes que maximizan los rendimientos para un cierto nivel de riesgo dado se conoce como frontera eficiente y se puede fácilmente observar que algunos portafolios son más preferidos que otros. Lo ideal es elegir el portafolio que genere el mayor de rendimiento dado un nivel de riesgo posible.

Una estrategia de cobertura consiste básicamente en reducir la exposición de un portafolio frente a la volatilidad del mercado tomando posiciones que tengan el impacto neto de reducir los riesgos.

La teoría de portafolio fue presentada originalmente por Markowitz (1952). En este modelo se plantea que la elección de un portafolio con cualquier número de activos en condiciones de incertidumbre se reduce a un problema de dos dimensiones donde una de las variables es el riesgo (varianza o desviación estándar) y la otra variable es el rendimiento (dos variables: el ingreso esperado y la varianza). El modelo pretende encontrar la composición óptima de un portafolio de valores, maximizando la rentabilidad para un determinado nivel máximo de riesgo aceptable; o, alternativamente, minimizar el riesgo para una rentabilidad mínima esperada.

El riesgo no solo depende del riesgo de cada activo sino de la contribución de cada uno de ellos al total, así como de las correlaciones (covarianzas) de cada valor con los demás componentes. De igual forma, los rendimientos también se encuentran correlacionados, por lo tanto, no es tan fácil eliminar el riesgo por grande que sea el tamaño del portafolio.

Consideremos un portafolio compuesto de  $n$  activos con riesgo, el rendimiento total del portafolio es la suma ponderada de los rendimientos de cada uno de los rendimientos individua-

les y la varianza de este será la suma ponderada de las varianzas individuales más las covarianzas.

Ahora el problema, como se mencionó anteriormente, se enfoca en determinar la proporción a invertir en cada uno de los activos de inversión, de tal forma que se maximice el rendimiento esperado dado un nivel de riesgo dado, o bien, de forma equivalente dado un nivel de rendimiento deseado encontrar la proporción de la inversión que se destinará a cada uno de los activos de inversión considerados de tal manera que se minimice el riesgo. Dichas ponderaciones se plantean y se calculan mediante la solución de los siguientes modelos de optimización, conocidos como modelo de Markowitz.

$$\text{Maximizar } R_p = \sum_{i=1}^n w_i R_i \text{ (Rendimiento del portafolio)} \quad 1 \text{ a)}$$

$$\text{Sujeto a: } \sigma_p = \sqrt{\sum_{i=1}^n w_i^2 \sigma_i^2 + 2 \sum_{i \neq j}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \sigma_{ij}} \quad 1 \text{ b)}$$

(Riesgo del portafolio)

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \text{ Restricción presupuestaria} \quad 1 \text{ c)}$$

$$w_i \geq 0 \text{ Para toda } i \text{ (es el 100\% y debe ser positivo porque es compra)} \quad 1 \text{ d)}$$

O equivalentemente su problema dual

$$\text{Minimizar } \sigma_p = \sqrt{\sum_{i=1}^n w_i^2 \sigma_i^2 + 2 \sum_{i \neq j}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \sigma_{ij}} \quad 2 \text{ a)}$$

(Riesgo del portafolio)

$$\text{Sujeto a: } R_p = \sum_{i=1}^n w_i R_i \text{ (Rendimiento del portafolio)} \quad 2 \text{ b)}$$

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \text{ Restricción presupuestaria} \quad 2 \text{ c)}$$

$$w_i \geq 0 \text{ para toda } i \quad 2 \text{ d)}$$

El modelo de Markowitz presupone que tanto el rendimiento promedio como las varianzas y covarianzas históricas se mantendrán para el siguiente futuro periodo (considerando la misma escala).

Una vez conocida la frontera óptima y, por otro lado, las preferencias de riesgo del inversionista, entonces se elegirá su portafolio óptimo. El modelo de Markowitz tiene la ventaja de que existen ya *softwares* disponibles para realizar el cálculo.

Un inconveniente que se puede presentar es que el valor esperado de los rendimientos proviene del promedio histórico de estos, que tan solo es una estimación y no un pronóstico de lo que realmente va a suceder. Para el caso de optimización (ya sea el caso de maximización de rendimiento o minimización de riesgo), resolviendo el problema matemáticamente para dos activos se puede plantear la frontera eficiente considerando los diferentes casos de correlación.

Una opción para llegar al establecimiento del portafolio óptimo es emplear la llamada *Sharpe Rate* o Proporción de Sharpe, y se utiliza la llamada línea de mercado de capitales (LMC), donde se busca la maximización de su pendiente. El portafolio óptimo (proporción Sharpe)<sup>17</sup> se determina en el punto tangente entre la LMC y la frontera eficiente (para determinar dicho punto de tangencia se requiere la tasa de libre riesgo). La proporción Sharpe maximiza el cociente del rendimiento del portafolio por arriba de la tasa libre de riesgo sobre la volatilidad. El problema de optimización se plantea de la siguiente forma:

$$\text{Max } \tan \theta = \frac{R_p - r}{\sigma_p} \quad 3 \text{ a)}$$

Sujeto a

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \text{ Restricción presupuestaria} \quad 3 \text{ b)}$$

---

17 La proporción *Sharpe Ratio* fue desarrollada por el Premio Nobel William Sharpe de la Universidad de Stanford y mide la relación rentabilidad / volatilidad histórica (desviación estándar) de un fondo de inversión.



$$w_i \geq 0 \text{ para toda } i \quad 3 \text{ c)}$$

En los contratos de futuros las contrapartes se obligan a comprar y vender un activo real (o financiero) en una fecha especificada y a un precio acordado de antemano, pero el intercambio se lleva en un momento del futuro. La contraparte es la cámara de compensación que elimina el riesgo de crédito a través del manejo de márgenes y la valuación diaria conocida como “MtM”. A diferencia de los contratos *forwards* es que se cotizan en una bolsa de futuros con características estandarizadas, principalmente en lo que se refiere al tamaño y fecha de vencimiento.

Los contratos futuros permiten a los agentes administrar el riesgo de mercado con bajos costos de transacción, y tanto los contratos *forwards* como futuros también pueden emplearse para especulación.

Como en cualquier otro derivado, hay al menos dos posiciones; en los futuros el que compra el bien o activo financiero (posición larga) y el que vende (o posición corta). Dichas posiciones servirán para realizar coberturas, especulación o arbitraje dependiendo de si esperas que el valor del subyacente suba o baje.

De la misma forma que se mencionó en la sección anterior, si se considera un futuro donde el subyacente sea una criptomoneda, la forma de estimarlo es similar a la de una moneda o un *commodity* de la siguiente forma:

$$F = S[1 + r * \frac{\text{plazo}}{360}] \quad 4 \text{ a)}$$

$$F = S \exp[r * \frac{\text{plazo}}{360}] \quad 4 \text{ b)}$$

$F$ : Precio del contrato futuro de la criptomoneda

$S$ : Precio actual de la criptomoneda

$r$ : Tasa de interés del mercado

El subyacente puede ser cualquiera de las cinco criptomonedas: bitcoin, xrp, monero, litecoin, dash. Aunque se puede calcular

su valor teórico, la única de la que ya se conoce que hace *trading* es el bitcoin, en el mercado de Chicago (CBOE y CME).

A partir de un portafolio de divisas que incluya una criptomoneda (haremos el razonamiento para el bitcoin pero es válido para cualquier criptomoneda) se realiza una cobertura utilizando un futuro de bitcoin; los pasos a seguir son los siguientes:

1. Determinar un portafolio de monedas que incluya bitcoin y con la asignación de cada una de ellas de acuerdo a la proporción de Sharpe de la sección anterior.
2. Considerar un plazo de vencimiento y un tiempo previo al plazo final donde consideremos que conocemos el valor de la criptomoneda en ese momento.
3. El portafolio estará en posición larga de tal manera que el aumento en el bitcoin se reflejará en un aumento en el valor del portafolio y el razonamiento igual, en el caso de pérdida, la relación será a través de la beta del portafolio y la criptomoneda.

$$\beta = \frac{Cov(R_{portafolio}, R_{criptomoneda})}{\sigma_{R_{portafolio}}} \quad 5)$$

4. La posición de futuros será corta y contraria a la ganancia o pérdida del valor del portafolio.
5. La ganancia o pérdida del portafolio será compensada con la pérdida o ganancia del mercado de futuros de la criptomoneda para la fecha acordada previa al vencimiento.
6. Se repite el proceso para varios posibles escenarios y se determine el promedio y la desviación estándar de todos los escenarios del portafolio cubierto.

En su artículo original, Black y Scholes (1973) proponen un modelo para la determinación de la prima de riesgo de una opción *plain vanilla* tipo de compra *call* y del tipo venta *put* (ambos tienen posiciones cortas y largas). En dicho artículo, que se convirtió en seminal, proponen que el comportamiento de los precios de los

activos financieros sigue una distribución lognormal y establece una posición de cobertura de un portafolio compuesto del subyacente y de opciones. Mediante mecanismo de arbitraje se deduce una ecuación diferencial parcial de segundo orden cuya solución representa el precio de la opción. Este modelo solo se aplica al tipo de opciones europeas, es decir, solo pueden ejercerse en el vencimiento. La ecuación Black-Scholes es una ecuación lineal diferencial parcial parabólica con valores en la frontera que es el valor de pago de la función. Dicha ecuación presupone que el comportamiento del subyacente asociado al derivado puede modelarse en su término estocástico con un movimiento browniano y para su derivación hace uso de al menos dos conceptos básicos de Finanzas: la cobertura y el no arbitraje.

Recordando los supuestos sobre la deducción de la ecuación Black-Scholes como son: existencia de una tasa libre de riesgos y una volatilidad constantes, además de la no existencia de costos de transacción, que no hay pagos de dividendos, y de que no hay oportunidades de arbitraje y que se puede prestar y pedir prestado a la misma tasa, entonces se puede llegar a la ecuación de Black-Scholes, donde  $C = C(t, S)$  es el derivado de un subyacente  $S$ :

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 C}{\partial S^2} + \frac{\partial C}{\partial S} - rC = 0 \quad (6)$$

con condición de frontera  $C(t, S) = \text{Max}(S - K, 0)$ .

A continuación, se presenta la solución a la expresión anterior para la valuación de opciones de compra *call* y *put* (consultar Black-Scholes y Venegas):

$$C = S_t N(d_1) - K e^{-rT} N(d_2) \quad 7 \text{ a)}$$

$$P = K e^{-rT} N(-d_2) - S_t N(-d_1) \quad 7 \text{ b)}$$

$$d_1 = \frac{\text{Ln}\left(\frac{S}{K}\right) + \left[r + \frac{\sigma^2}{2}\right]T}{\sigma \sqrt{t}} \quad 7 \text{ c)}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T} \quad 7 \text{ d)}$$

Donde;

$S_t$  = Valor del bien subyacente

$K$  = Precio del ejercicio de la opción

$r$  = Tasa libre de riesgo

$T$  = Periodo de la opción

$\sigma$  = Volatilidad del bien subyacente

$N(d_1)$  y  $N(d_2)$  = valores que corresponden a la curva de distribución normal acumulada para  $d_1$  y  $d_2$ .

Para el caso de que el subyacente sea una criptomoneda (por ejemplo, el bitcoin), la forma para la valuación de opciones de compra *call* sería:

$$C = BC_t N(d_1) - Ke^{-rT} N(d_2) \quad 8 \text{ a)}$$

$$P = Ke^{-rT} N(-d_2) - BC_t N(-d_1) \quad 8 \text{ b)}$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{BC}{K}\right) + \left[r + \frac{\sigma^2}{2}\right]T}{\sigma\sqrt{t}} \quad 8 \text{ c)}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T} \quad 8 \text{ d)}$$

Donde;

$BC_t$  = Valor del bitcoin en el tiempo  $t$

$K$  = Precio del ejercicio de la opción

$r$  = Tasa libre de riesgo

$T$  = Periodo de la opción

$\sigma$  = Volatilidad del bien subyacente

En esta sección recordaremos los conceptos elementales del riesgo. El VaR es “la máxima pérdida que un portafolio puede esperar sufrir a un cierto nivel de confianzas durante un horizonte de tiempo”, aunque esta definición puede ser no muy exacta debido a

que no siempre el VaR representa la máxima pérdida, es decir, existen eventos excepcionales que pueden causar pérdidas desastrosas.

En 1994, JP Morgan (el banco de inversiones norteamericano) anunció que pondría a disposición del público su sistema de gestión de riesgos financieros, denominado Riskmetrics™, con la intención de incrementar la transparencia de las instituciones participantes en los mercados de derivados y para establecer un sistema homogéneo de medición de riesgos especialmente de mercado que pudiera ser utilizado por la mayoría de las instituciones que participaban en los mercados financieros.

JP Morgan obtuvo varios beneficios con la publicación de la metodología Riskmetrics™, entre ellas: un prestigio, así como la creación de una rama de negocios independiente dedicada a la comercialización de servicios profesionales y *software* para la medición y gestión de riesgos de mercado producto de dicho prestigio (Aragónés y Blanco, 2000).

De acuerdo con la definición del VaR, esta depende de factores cuantitativos tales como horizontes de tiempo y grado de confianza.

El horizonte puede ser determinado según la composición del portafolio, por ejemplo, una institución bancaria reporta su VaR sobre un horizonte diario debido al gran volumen de transacciones en sus carteras, mientras que los portafolios de inversión, como los fondos de pensiones, ajustan sus exposiciones de manera más lenta, aunque también pueden existir plazos a mediano y largo plazo sobre la exposición al riesgo de cartera.

El grado de confianza es el elemento necesario para calcular el VaR y debe reflejar el grado de aversión al riesgo de la empresa o inversionista y el costo de una pérdida por exceder al VaR.

Existen diversas formas para la estimación del VaR, entre ellas se tiene el VaR paramétrico y los métodos de simulación (Monte Carlo e Histórica), C-VaR (esperanza condicional del VaR), o VaR con valores extremos, pero en este trabajo solo nos centraremos en el cálculo del VaR histórico. A menudo se hace el supuesto de normalidad de los rendimientos para el cálculo del VaR, sin embargo, en la realidad este supuesto no es tan común.

El método de simulación histórica simplificado es el procedimiento más fácil para calcular el valor en riesgo, dado que no hace ningún supuesto de la distribución de rendimientos del portafolio. La simulación histórica se basa en el concepto de ventana móvil (*rolling windows*), es decir, asume que el comportamiento pasado puede representar el precio futuro inmediato, contemplando un rango de 250 y 500 datos, ya que un periodo menor no estaría contemplando ciertos escenarios.

El supuesto detrás de la simulación histórica es que los cambios potenciales en los factores de riesgo subyacentes son idénticos a los cambios observados en esos factores de riesgo sobre un periodo definido históricamente. Esto significa que realizar una simulación histórica es realizar un “muestreo” sobre los rendimientos del pasado reciente, y aplicarlos al nivel actual de los factores de riesgo para obtener escenarios evaluados de riesgo.

### 3. Resultados

En la presente sección se busca en primer lugar construir un portafolio de monedas internacionales, otro de criptomonedas, y uno más combinando ambos grupos para realizar un análisis utilizando el concepto de teoría de portafolio conocido como proporción de Sharpe. El objetivo es contrastar los rendimientos obtenidos en las diferentes combinaciones de monedas en el portafolio cuando se considera la inclusión de distintas criptomonedas.

Una vez determinada la asignación de la inversión en monedas y criptomonedas, el siguiente paso es realizar una cobertura (*hedging*) del portafolio utilizando la teoría de derivados financieros, específicamente los futuros de criptomonedas. El único futuro de estas que existe en el mercado es el futuro de bitcoin en el Chicago Mercantile Exchange (CME), pero como la forma de valuación de futuros de cualquier criptomoneda sería lo mismo, repetimos el ejercicio para las restantes monedas virtuales.

Finalmente, se hace una valuación del riesgo de mercado del portafolio seleccionado de distintas combinaciones de monedas y criptomonedas a través de la estimación del valor en riesgo (VaR) utilizando el método histórico, y al final comparamos los resultados.

Para la selección del portafolio se utilizaron series históricas de precios diarios de cuatro años (del 6 de octubre de 2014 al 10 de octubre de 2018) de las siguientes cinco criptomonedas y trece monedas obtenidas de Bloomberg y en términos de dólares.

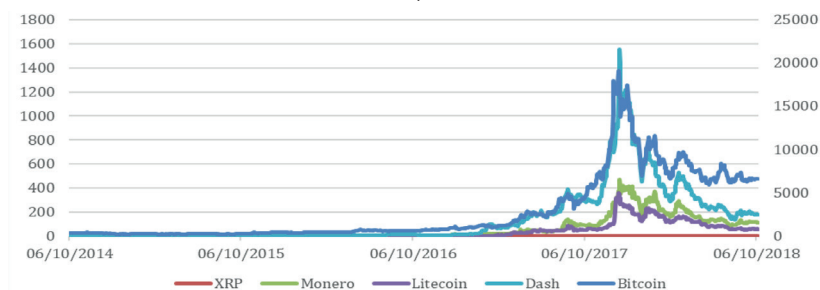
| <i>Criptomoneda</i> | <i>Divisas</i>    |                  |               |
|---------------------|-------------------|------------------|---------------|
| Bitcoin             | Dólar australiano | Won sudcoreano   | Yen japonés   |
| XRP                 | Real brasileño    | Lira turca       | Franco suizo  |
| Monero              | Rupia india       | Dólar canadiense | Peso mexicano |
| Litecoin            | Rublo ruso        | Euro             |               |
| Dash                | Yuan chino        | Libra esterlina  |               |

Fuente: elaboración propia.

Para cada una de las series de precios de las monedas y criptomonedas se calculan los rendimientos aritméticos diarios de cada una de ellas y a partir de ellas se determina el rendimiento promedio y la matriz de varianza-covarianza.

A continuación, se presentan las gráficas de la evolución temporal de las monedas y criptomonedas en el periodo de tiempo indicado, y de las covarianzas se puede decir lo siguiente:

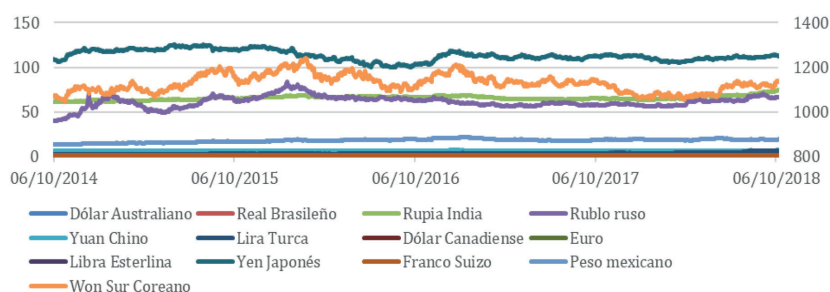
**Figura 1.a**  
Histórico criptomonedas



Fuente: elaboración propia.

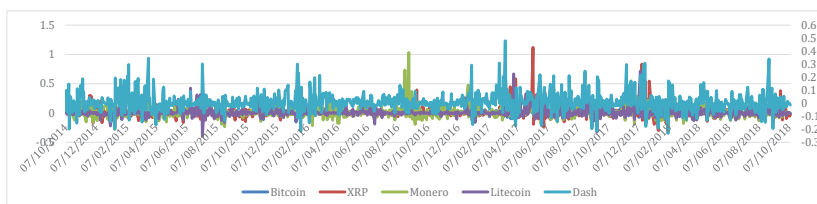
Una forma de comparación de la teoría de Markowitz es la proporción de Sharpe, que, como se indicó en el capítulo anterior, es un portafolio óptimo incluyendo un activo libre de riesgo y la línea de mercado. La estimación de este portafolio se realizó con el Matlab y el portafolio seleccionado nos servirá de referencia para analizar la posibilidad de cobertura y de estimación de valor en riesgo (VaR).

Figura 1.b  
Histórico divisas



Fuente: elaboración propia.

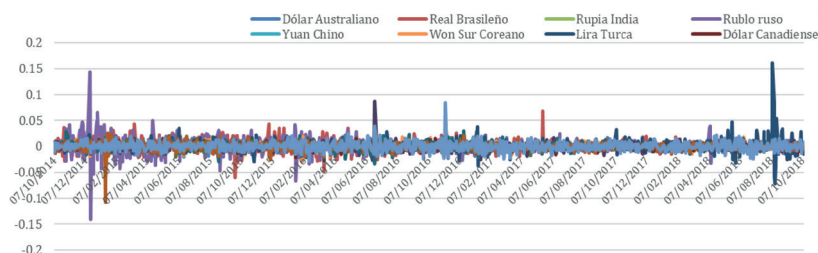
Figura 1.c  
Histórico de los rendimientos de criptomonedas



Fuente: elaboración propia.



Figura 1.d  
Histórico de los rendimientos de divisas



Fuente: elaboración propia.

Cuanto mayor es la proporción de Sharpe, mejor es la rentabilidad del fondo en relación a la cantidad de riesgo que se ha tomado en la inversión. Por lo que, a mayor volatilidad, mayor riesgo, ya que la probabilidad de que ese fondo tenga retornos negativos es mayor cuanto mayor sea la volatilidad de sus rendimientos. De igual forma, a mayor volatilidad son mayores las probabilidades de altos retornos positivos. Cuando la volatilidad del fondo es grande, mayor es el denominador de la ecuación y menor es la proporción de Sharpe.

Tabla 1  
Portafolio solamente con criptomonedas

| <i>Criptomoneda</i> | <i>Proporción de criptomonedas<br/>Proporción Sharpe</i> |
|---------------------|----------------------------------------------------------|
| Bitcoin             | 0.1892                                                   |
| xrp                 | 0.2615                                                   |
| Monero              | 0.2077                                                   |
| Litecoin            | 0.0562                                                   |
| Dash                | 0.2854                                                   |

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a la tabla anterior, la proporción de inversión en criptomonedas es muy similar, cerca del 20 % en cada criptomoneda, siendo la prioridad invertir en dash, xrp, monero y bitcoin, con 28 %, 26 %, 21 % y 19 % respectivamente.

**Tabla 2**  
Portafolio solamente con divisas

| <i>Divisa</i>     | <i>Sharpe</i> |
|-------------------|---------------|
| Dólar australiano | 0             |
| Real brasileño    | 0.1264        |
| Rupia india       | 0             |
| Rublo ruso        | 0.109         |
| Yuan chino        | 0.006         |
| Won sudcoreano    | 0             |
| Lira turca        | 0.7586        |
| Dólar canadiense  | 0             |
| Euro              | 0             |
| Libra esterlina   | 0             |
| Yen japonés       | 0             |
| Franco suizo      | 0             |
| Peso mexicano     | 0             |

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a la tabla 2, si se invierte en puras divisas la mayor parte, 76 %, debería de ser en lira turca, 12 % en real brasileño y 11 % en rublo.

**Tabla 3**  
Portafolio de monedas + bitcoin

| <i>Divisa</i>     | <i>Sharpe</i> |
|-------------------|---------------|
| Dólar australiano | 0             |
| Real brasileño    | 0.0856        |
| Rupia india       | 0.0914        |
| Rublo ruso        | 0.0954        |
| Yuan chino        | 0             |
| Won sudcoreano    | 0             |
| Lira turca        | 0.5742        |
| Dólar canadiense  | 0             |
| Euro              | 0             |
| Libra esterlina   | 0             |
| Yen japonés       | 0             |
| Franco suizo      | 0             |
| Peso mexicano     | 0             |
| Bitcoin           | 0.1534        |

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a la tabla 3, si se invierte en puras divisas más bitcoin, la mayor parte, 57 %, debería de ser en lira turca, 9 % en real brasileño, 9 % en rublo y 9 % en rupia, y también invertir 15 % en bitcoin.

**Tabla 4**  
Portafolio de monedas + XRP

| <i>Divisa</i>     | <i>Sharpe</i> |
|-------------------|---------------|
| Dólar australiano | 0             |
| Real brasileño    | 0.0973        |
| Rupia india       | 0.0759        |
| Rublo ruso        | 0.0757        |
| Yuan chino        | 0.1215        |
| Won sudcoreano    | 0             |
| Lira turca        | 0.5551        |
| Dólar canadiense  | 0             |
| Euro              | 0             |
| Libra esterlina   | 0             |
| Yen japonés       | 0             |
| Franco suizo      | 0             |
| Peso mexicano     | 0             |
| Criptomoneda XRP  | 0.0746        |

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a la tabla 4, si se invierte en puras divisas más XRP, la mayor parte, 55 %, debería de ser en lira turca, 12 % en yuan, 9 % en real brasileño, 7 % en rublo, 7 % en rupia y 7 % en XRP.

De acuerdo a la tabla 5, si se invierte en puras divisas más monero, la mayor parte, 66 %, debería de ser en lira turca, 11 % en rublo, 9 % en real brasileño y 9 % en monero.

**Tabla 5**  
Portafolio de monedas + monero

| <i>Divisa</i>       | <i>Sharpe</i> |
|---------------------|---------------|
| Dólar australiano   | 0             |
| Real brasileño      | 0.0924        |
| Rupia india         | 0             |
| Rublo ruso          | 0.1056        |
| Yuan chino          | 0.0511        |
| Won sudcoreano      | 0             |
| Lira turca          | 0.6608        |
| Dólar canadiense    | 0             |
| Euro                | 0             |
| Libra esterlina     | 0             |
| Yen japonés         | 0             |
| Franco suizo        | 0             |
| Peso mexicano       | 0             |
| Criptomoneda monero | 0.0902        |

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 6**  
Portafolio de monedas + litecoin

| <i>Divisa</i>         | <i>Sharpe</i> |
|-----------------------|---------------|
| Dólar australiano     | 0             |
| Real brasileño        | 0.1182        |
| Rupia india           | 0             |
| Rublo ruso            | 0.1042        |
| Yuan chino            | 0             |
| Won sudcoreano        | 0             |
| Lira turca            | 0.6884        |
| Dólar canadiense      | 0             |
| Euro                  | 0             |
| Libra esterlina       | 0             |
| Yen japonés           | 0             |
| Franco suizo          | 0             |
| Peso mexicano         | 0             |
| Criptomoneda litecoin | 0.0891        |

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a la tabla 6, si se invierte en puras divisas más litecoin, la mayor parte, 69 %, debería de ser en lira turca, 10 % en rublo, 12 % en real brasileño y 9 % en litecoin.

**Tabla 7**  
Portafolio de monedas + dash

| <i>Divisa</i>     | <i>Sharpe</i> |
|-------------------|---------------|
| Dólar australiano | 0             |
| Real brasileño    | 0.0861        |
| Rupia india       | 0.078         |
| Rublo ruso        | 0.1074        |
| Yuan chino        | 0             |
| Won sudcoreano    | 0             |
| Lira turca        | 0.6153        |
| Dólar canadiense  | 0             |
| Euro              | 0             |
| Libra esterlina   | 0             |
| Yen japonés       | 0             |
| Franco suizo      | 0             |
| Peso mexicano     | 0             |
| Criptomoneda dash | 0.1132        |

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a la tabla 7, si se invierte en puras divisas y dash, la mayor parte, 61 %, debería de ser en lira turca, 10 % en rublo, 8 % en real brasileño y 11 % en dash.

Si revisamos los casos anteriores, podemos concluir que en los portafolios de monedas, añadiendo una sola criptomoneda, en la proporción Sharpe se tiene que considerar invertir la proporción de inversión en la criptomoneda correspondiente, así como aumentar la lira turca, principalmente, además del rublo y el real brasileño.

Para cada uno de los siete portafolios, de acuerdo a la proporción asignada, se realiza una estimación del valor en riesgo (VaR) por el método histórico a un 99 % de confianza y en horizonte de tiempo de un día, y se obtienen los resultados que se pueden observar en la tabla 8:

**Tabla 8**  
Resultado de valor en riesgo (VaR) por el método histórico

|              | <i>VaR absoluto</i> | <i>VaR relativo (99 % de confianza)</i> |
|--------------|---------------------|-----------------------------------------|
| Portafolio 1 | -886250.1           | -0.106128                               |
| Portafolio 2 | -63538.64           | -0.007609                               |
| Portafolio 3 | -88914.21           | -0.010647                               |
| Portafolio 4 | -38829.56           | -0.004649                               |
| Portafolio 5 | -96715.01           | -0.01158                                |
| Portafolio 6 | -69401.57           | -0.008312                               |
| Portafolio 7 | -93544.84           | -0.011202                               |

Fuente: elaboración propia.

De la tabla 8 se observa que un portafolio compuesto únicamente de monedas virtuales tiene una pérdida potencial casi diez veces mayor que un portafolio de monedas, considerando incluir una criptomoneda. Los portafolios de menor pérdida son el de solo monedas y el que incluye al xrp. Los mayores riesgos corresponden a los de puras monedas que incluyen monero y dash.

La tabla 9 resume la combinación de distintas proporciones de inversión de criptomonedas y monedas para siete distintos casos y de acuerdo a los resultados del Matlab y al criterio de la proporción de Sharp mostrados en la sección.

**Tabla 9**  
Resumen de los resultados de la proporción  
Sharpe para distintos portafolios

| <i>Criptomonedas</i> | <i>Bitcoin</i> | <i>xrp</i> | <i>Monero</i> | <i>Litecoin</i> | <i>Dash</i> |
|----------------------|----------------|------------|---------------|-----------------|-------------|
| Portafolio 1         | 0.1892         | 0.2615     | 0.2077        | 0.0562          | 0.2854      |
| Portafolio 2         | 0              | 0          | 0             | 0               | 0           |
| Portafolio 3         | 0.1534         | 0          | 0             | 0               | 0           |
| Portafolio 4         | 0              | 0.0746     | 0             | 0               | 0           |
| Portafolio 5         | 0              | 0          | 0.0902        | 0               | 0           |
| Portafolio 6         | 0              | 0          | 0             | 0.0891          | 0           |
| Portafolio 7         | 0              | 0          | 0             | 0               | 0.1132      |

Fuente: elaboración propia.

Tabla 10

| <i>Divisas</i> | <i>Dólar australiano</i> | <i>Real brasileño</i> | <i>Rupia india</i> | <i>Rublo ruso</i> | <i>Yuan chino</i> | <i>Won sudcoreano</i> | <i>Lira turca</i> | <i>Dólar canadiense</i> | <i>Euro</i> | <i>Libra esterlina</i> | <i>Yen japonés</i> | <i>Franco suizo</i> | <i>Peso mexicano</i> |
|----------------|--------------------------|-----------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|-------------------|-------------------------|-------------|------------------------|--------------------|---------------------|----------------------|
| Portafolio 1   | 0                        | 0                     | 0                  | 0                 | 0                 | 0                     | 0                 | 0                       | 0           | 0                      | 0                  | 0                   | 0                    |
| Portafolio 2   | 0                        | 0.1264                | 0                  | 0.109             | 0.006             | 0                     | 0.7586            | 0                       | 0           | 0                      | 0                  | 0                   | 0                    |
| Portafolio 3   | 0                        | 0.0856                | 0.0914             | 0.0954            | 0                 | 0                     | 0.5742            | 0                       | 0           | 0                      | 0                  | 0                   | 0                    |
| Portafolio 4   | 0                        | 0.0973                | 0.0759             | 0.0757            | 0.1215            | 0                     | 0.5551            | 0                       | 0           | 0                      | 0                  | 0                   | 0                    |
| Portafolio 5   | 0                        | 0.0924                | 0                  | 0.1056            | 0.0511            | 0                     | 0.6608            | 0                       | 0           | 0                      | 0                  | 0                   | 0                    |
| Portafolio 6   | 0                        | 0.1182                | 0                  | 0.1042            | 0                 | 0                     | 0.6884            | 0                       | 0           | 0                      | 0                  | 0                   | 0                    |
| Portafolio 7   | 0                        | 0.0861                | 0.078              | 0.1074            | 0                 | 0                     | 0.6153            | 0                       | 0           | 0                      | 0                  | 0                   | 0                    |

Fuente: elaboración propia.

De las secciones anteriores se construyeron siete portafolios óptimos de acuerdo con la proporción de Sharpe. El siguiente paso es cubrir con futuros de cada una de las criptomonedas la pérdida potencial. El único futuro de criptomonedas que existe es en el Chicago Mercantile Exchange (CME), de bitcoin, pero el razonamiento puede existir de manera similar para las otras cuatro criptomonedas.

El ejercicio propone la compra de futuro de una criptomoneda y un valor conocido de esta a los diez meses (en escenarios pesimistas u optimistas); a partir del valor inicial y del valor en el escenario propuesto para las monedas virtuales se estiman las pérdidas o ganancias en el mercado de los futuros. Por otro lado, a partir de la teoría de CAPM y de la estimación de la beta se establece la pérdida y la ganancia del valor del portafolio. De la compensación de la pérdida o ganancia del portafolio con su cobertura de futuro para cada uno de los distintos escenarios, se observa que el valor final compuesto prácticamente no cambia. Los resultados de la cobertura se muestran en la tabla 11. La metodología se repite para las restantes criptomonedas y los resultados aparecen en la tabla del Anexo 1).

Los resultados del promedio y la desviación estándar de los distintos escenarios para cada caso de los siete portafolios, después de hacer la cobertura y de la relación ganancias/ pérdidas del portafolio y los futuros, se muestran en la tabla siguiente:

**Tabla 11**  
Resultados de cobertura de portafolio con criptomonedas

|              | <i>Promedio</i> | <i>Desv. Esta.</i> |
|--------------|-----------------|--------------------|
| Portafolio 1 | NA              | NA                 |
| Portafolio 2 | NA              | NA                 |
| Portafolio 3 | \$ 8,559,686.93 | 92.033085          |
| Portafolio 4 | \$ 8,559,509.93 | 0.0050794          |
| Portafolio 5 | \$ 8,559,510.00 | 0.0196981          |
| Portafolio 6 | \$ 8,559,510.04 | 0.0436668          |
| Portafolio 7 | \$ 8,559,510.03 | 0.014458           |

Fuente: elaboración propia.

Para el caso de que el subyacente sea el bitcoin utilizamos la expresión de la sección y entonces el valor de la Prima de la opción; considerando el mismo horizonte de tiempo de los futuros de un año, sería:

$$C = BC_t N(d_1) - Ke^{-rT} N(d_2) =$$

$$P = Ke^{-rT} N(-d_2) - BC_t N(-d_1) =$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{BC}{K}\right) + \left[r + \frac{\sigma^2}{2}\right]T}{\sigma\sqrt{T}} =$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T} =$$

Donde:

$BC_t$  = Valor del bitcoin en el tiempo  $t=6,585$

$K$  = Precio del ejercicio de la opción = 7,000

$r$  = Tasa libre de riesgo



$T$ = Periodo de la opción=1

$\sigma$  = Volatilidad del bien subyacente=0.85

|        |           |
|--------|-----------|
| St     | 6585      |
| K      | 7000      |
| R      | 0.03      |
| T      | 1         |
| T      | 0         |
| T-t    | 1         |
| Sigma  | 0.853815  |
| d1     | 0.3904642 |
| d2     | -0.463351 |
| N(d1)  | 0.6519033 |
| N(d2)  | 0.3215565 |
| N(-d1) | 0.3480967 |
| N(-d2) | 0.6784435 |
| Call   | 2108.4121 |
| PUT    | 2316.5309 |

De lo anterior, la prima de una opción *call* o *put* sería bastante alta.

#### 4. Conclusiones

Si bien el modelo de Markowitz y su variante, la proporción de Sharpe, tiene más de 50 años, se sigue aplicando para determinar las asignaciones óptimas de un portafolio en un caso particular de un universo de monedas y criptomonedas.

El comportamiento de las monedas y las criptomonedas es muy distinto en rendimiento, volatilidad y sus correlaciones, por lo que resulta muy interesante estimar las asignaciones de cada grupo (monedas y criptomonedas), separados y combinados.

Bajo cualquier criterio, en particular la proporción de Sharpe, la elección de las monedas resulta ser muy parecida: libra turca

sobre todas las otras, además, real brasileño y rublo ruso. La proporción elegida prácticamente no cambia, incluso cuando se propone incluir alguna criptomoneda siempre se considera seleccionarla.

Si se observa el comportamiento de monedas y criptomonedas, son muy diferentes, sobre todo en lo referente a volatilidades, y existen diferentes niveles de covarianzas entre ellos.

La cobertura de un portafolio de monedas con la inclusión de una criptomoneda por medio de un futuro sobre la misma criptomoneda hace que las ganancias o pérdidas de posición larga del portafolio sean compensadas con las pérdidas y ganancias de la posición corta de futuros (sobre la misma criptomoneda). Por lo tanto, independientemente del escenario final, la volatilidad del portafolio es muy reducida. También se pudiera lograr coberturas con opciones financieras de manera muy parecida.

Como consecuencia de la alta volatilidad, el valor en riesgo (VaR) es más grande para las criptomonedas respecto a las monedas tradicionales, la inclusión de distintas monedas no cambia mucho los resultados obtenidos con portafolios compuestos solo de monedas.

## 5. Referencias

- Aragonés, J. & C. Blanco (2000), *Valor en riesgo. Aplicación a la Gestión Empresarial*, Madrid, Editorial Pirámide, 331 pp.
- Black, Fischer & Myron Scholes (1973), "The Pricing of Options and Corporate Liabilities", *Journal of Political Economy*, 637-654 pp.
- Fernández, F. (2018), "Criptoactivos pueden optimizar portafolios de inversión, según Grayscale". Disponible en: <https://www.criptonoticias.com/mercado-valores/criptoactivos-pueden-optimizar-portafolios-inversion-grayscale/>. Consultado: agosto 10, 2018.
- Investing.com. Disponible en: <https://www.investing.com/>.
- Markowitz, Harry (1952), "Portfolio Selection", *The Journal of Finance*, 7(1), pp. 77-91. Doi: 10.2307/2975974. Consultado: octubre 23, 2017.
- Nakamoto, S. (2008), "Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System". Disponible en: [www.bitcoin.org](http://www.bitcoin.org). Consultado: octubre 10, 2018.

- Tsyvinski, A. & Y. Liu (2018), “Riesgos y retornos de las criptomonedas”, NBER. Disponible en: <https://www.criptonoticias.com/mercado-valores/criptomonedas-deben-incluirse-portafolios-inversion-valores-estudio/>. Consultado: septiembre 11, 2018.
- Zubeldia, A.; Zabalza, L. & M. Zubiaurre (2002), “El modelo de Markowitz en la gestión de carteras”, *Cuadernos de Gestión*, 2, p. 45. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/277053090\\_El\\_modelo\\_de\\_Markowitz\\_en\\_la\\_gestion\\_de\\_carteras](https://www.researchgate.net/publication/277053090_El_modelo_de_Markowitz_en_la_gestion_de_carteras). Consultado: octubre 16, 2018.

## Anexo 1

### Cobertura de portafolio de monedas con bitcoin

|                                 |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|---------------------------------|----------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Bitcoin                         | Valor del Portafolio |  |  |  |  |  |  |  |  |           | 6595      | 6585      | 6595      | 6585      | 6595      | 6585      | 6595      | 6585      | 6595      | 6585      |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|                                 | Tasa Libre de Riesgo |  |  |  |  |  |  |  |  |           | 8,350,741 | 8,350,741 | 8,350,741 | 8,350,741 | 8,350,741 | 8,350,741 | 8,350,741 | 8,350,741 | 8,350,741 | 8,350,741 |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|                                 | Tasa de Dividendos   |  |  |  |  |  |  |  |  |           | 0.00%     | 0.00%     | 0.00%     | 0.00%     | 0.00%     | 0.00%     | 0.00%     | 0.00%     | 0.00%     | 0.00%     |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|                                 | Beta Portafolio      |  |  |  |  |  |  |  |  |           | 0.030410  | 0.030410  | 0.030410  | 0.030410  | 0.030410  | 0.030410  | 0.030410  | 0.030410  | 0.030410  | 0.030410  |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|                                 | Contrato x10         |  |  |  |  |  |  |  |  |           | 58        | 58        | 58        | 58        | 58        | 58        | 58        | 58        | 58        | 58        |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|                                 | Vto (meses)          |  |  |  |  |  |  |  |  |           | 6.585     | 6.585     | 6.585     | 6.585     | 6.585     | 6.585     | 6.585     | 6.585     | 6.585     | 6.585     |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|                                 |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |           | 12        | 12        | 12        | 12        | 12        | 12        | 12        | 12        | 12        | 12        |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|                                 |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|                                 |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|                                 |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| Futuro bitcoin (4 meses)        |                      |  |  |  |  |  |  |  |  | 6785.543  | 6785.543  | 6785.543  | 6785.543  | 6785.543  | 6785.543  | 6785.543  | 6785.543  | 6785.543  | 6785.543  |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| Cobertura                       |                      |  |  |  |  |  |  |  |  | 38.56505  | 38.56505  | 38.56505  | 38.56505  | 38.56505  | 38.56505  | 38.56505  | 38.56505  | 38.56505  | 38.56505  |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|                                 |                      |  |  |  |  |  |  |  |  | 54        | 54        | 54        | 54        | 54        | 54        | 54        | 54        | 54        | 54        |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| Valor Bitcoin (dentro 10 meses) |                      |  |  |  |  |  |  |  |  | 5500      | 5600      | 5700      | 5800      | 5900      | 6000      | 6100      | 6200      | 6300      | 6400      | 6500      | 6600      | 6700      | 6800      | 6900      | 7000      |           |           |           |           |
| Futuro a 10 mes                 |                      |  |  |  |  |  |  |  |  | 5527.568  | 5628.070  | 5728.571  | 5829.072  | 5929.573  | 6030.075  | 6130.576  | 6231.077  | 6331.578  | 6432.080  | 6532.581  | 6633.082  | 6733.583  | 6834.085  | 6934.586  | 7035.087  |           |           |           |           |
| Futuro a 10 mes                 |                      |  |  |  |  |  |  |  |  | 88        | 12        | 37        | 62        | 87        | 13        | 38        | 63        | 88        | 13        | 39        | 64        | 89        | 14        | 39        | 65        | 70        |           |           |           |
| Ganancia de la posición         |                      |  |  |  |  |  |  |  |  | 48.514    | 44.638    | 40.762    | 36.886    | 33.011    | 29.135    | 25.259    | 21.383    | 17.507    | 13.631    | 9.755     | 5.880     | 2.004     | -1.872    | -5.748    | -9.624    |           |           |           |           |
| Corta de Futuros                |                      |  |  |  |  |  |  |  |  |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| Tasa Libre de Riesgo (10 meses) |                      |  |  |  |  |  |  |  |  | 2.50%     | 2.50%     | 2.50%     | 2.50%     | 2.50%     | 2.50%     | 2.50%     | 2.50%     | 2.50%     | 2.50%     | 2.50%     | 2.50%     | 2.50%     | 2.50%     | 2.50%     | 2.50%     | 2.50%     |           |           |           |
| Tasa de Dividendos (10 meses)   |                      |  |  |  |  |  |  |  |  | 0%        | 0.00%     | 0.00%     | 0.00%     | 0.00%     | 0.00%     | 0.00%     | 0.00%     | 0.00%     | 0.00%     | 0.00%     | 0.00%     | 0.00%     | 0.00%     | 0.00%     | 0.00%     | 0.00%     | 0.00%     |           |           |
| Pérdida del índice (dividendos) |                      |  |  |  |  |  |  |  |  | -16.48%   | -14.96%   | -13.44%   | -11.92%   | -10.40%   | -8.88%    | -7.37%    | -5.85%    | -4.33%    | -2.81%    | -1.29%    | 0.23%     | 1.75%     | 3.26%     | 4.78%     | 6.30%     | 7.82%     | 9.34%     |           |           |
| Rendimiento del Portafolio      |                      |  |  |  |  |  |  |  |  | 0.019229  | 0.019680  | 0.020152  | 0.020614  | 0.021076  | 0.021538  | 0.021999  | 0.022461  | 0.022923  | 0.023385  | 0.023848  | 0.024310  | 0.024770  | 0.025232  | 0.025694  | 0.026156  | 0.026618  | 0.027080  |           |           |
|                                 |                      |  |  |  |  |  |  |  |  | 03        | 85        | 66        | 48        | 3         | 11        | 93        | 74        | 56        | 38        | 19        | 01        | 82        | 64        | 46        | 27        | 08        | 27        |           |           |
| Valor Esperado del Portafolio   |                      |  |  |  |  |  |  |  |  | 8,511,318 | 8,515,775 | 8,519,031 | 8,522,888 | 8,526,744 | 8,530,601 | 8,534,457 | 8,538,314 | 8,542,170 | 8,546,027 | 8,549,883 | 8,553,740 | 8,557,596 | 8,561,453 | 8,565,309 | 8,569,166 | 8,573,022 | 8,576,879 | 8,580,736 | 8,584,593 |
| Posición de Cobertura           |                      |  |  |  |  |  |  |  |  | 8,550,832 | 8,559,813 | 8,569,793 | 8,579,774 | 8,589,755 | 8,599,735 | 8,609,716 | 8,619,697 | 8,629,677 | 8,639,658 | 8,649,639 | 8,659,619 | 8,669,600 | 8,679,581 | 8,689,561 | 8,699,542 | 8,709,523 | 8,719,504 |           |           |

Fuente: elaboración propia.

## DESARROLLO ECONÓMICO



## CAPÍTULO 5

### EVALUACIÓN DE LA RELACIÓN ENTRE LAS EXPORTACIONES Y LA ACUMULACIÓN DE DEUDA PÚBLICA

CARLOS IGNACIO GARCÍA JIMÉNEZ

#### 1. Introducción

Después del colapso del sistema de administración monetaria de Bretton Woods en 1971, la economía mundial ha estado más integrada a través del comercio y los mercados financieros. Esto se logró mediante mejoras en el transporte y las telecomunicaciones, las que se aceleraron en el periodo posterior a la Segunda Guerra Mundial, junto con la creación de instituciones con poder regulador para influir en la economía mundial, tales como el Banco Mundial y el Fondo Monetario Internacional. Estas instituciones han observado constantemente la deuda pública gubernamental excesiva, ya que puede conducir a una nación a la solvencia insostenible. Sin embargo, la deuda pública también puede ser beneficiosa para los países desarrollados con altos niveles de desarrollo institucional, ya que genera condiciones que permiten una administración pública eficiente, e inversiones efectivas en educación, infraestructura, ciencia, tecnología e innovación que favorecen una escalada significativa en la actividad empresarial e institucional. En consecuencia, la acumulación de deuda pública puede estimular el crecimiento económico.

La deuda del gobierno también puede ser una fuente de ineficiencia, ya que aumenta el tamaño del gobierno y pueden ocurrir asignaciones de recursos por debajo del nivel óptimo, ya que la generación de ganancias no es el principal incentivo. Sin embargo, si la deuda pública aumenta el tamaño del gobierno, debido al crecimiento económico favorecido por las inversiones y el gasto del gobierno, se observaría una correlación positiva entre el crecimiento económico y el tamaño del gobierno. Este argumento es coherente con los partidarios de la hipótesis de Wagner (Kolluri, Panik y Wahab, 2000; Mohammadi, Cak y Cak, 2008; Ziramba, 2008).

Cuando un país aumenta el nivel de deuda pública, ya sea por una menor tributación, menores ingresos o un mayor gasto gubernamental, dicha información se incorpora inmediatamente a los mercados financieros. Esto provoca movimientos en los tipos de cambio y las tasas de interés que afectan el valor general de la moneda nacional. Por ejemplo, cuando se difunden noticias sobre un país que fortalece el presupuesto recortando los déficits, la moneda nacional tiende a apreciarse. Por el contrario, como indican McMillin y Koray (1990), la moneda tenderá a depreciarse cuando el gobierno anuncie mayores déficits presupuestarios.

Feder y Just (1977) han sugerido que la depreciación de la moneda se produce debido al incremento de la probabilidad de que un país incumpla sus obligaciones de deuda, o simplemente señalando la falta de capacidad de servicio de la deuda. Por lo tanto, la demanda de deuda y moneda de un país se reduce y la moneda tendería a depreciarse en relación con otras monedas; y si se agrega una fuga de capitales a este escenario, entonces, la tasa de depreciación se acelera a un ritmo mayor (Mishkin, 2009). Este fenómeno ha ocurrido durante crisis financieras donde la alta movilidad de capital y la globalización de la actividad de los mercados financieros afectaron el valor subyacente de la moneda (México en 1994, Rusia en 1998, Argentina en 2001 y, en menor grado, en 2010 y 2011 en Grecia, Irlanda, Portugal, España e Italia).



Una moneda depreciada tendrá consecuencias económicas en forma de resultados previstos, resultados no anticipados y/o resultados no previstos (McMillin y Koray, 1990; Arin y Koray, 2009). Por ejemplo, una moneda depreciada traerá una ventaja competitiva en el sector comercializable de la economía al estimular el crecimiento de las exportaciones debido a la creciente capacidad de traer productos más baratos al mercado internacional. Además, una moneda depreciada cambia los precios relativos de los bienes y favorece una asignación más eficiente de los recursos que se produce al aumentar las exportaciones que ayudan a reducir los déficits en la cuenta corriente (Hua, 2007). Además, según Zhenhui (2008), una moneda depreciada encarece las importaciones; como resultado hay mejoras en la balanza comercial. Consecuentemente, surge la expectativa de que conforme un país aumenta su endeudamiento se generaría necesariamente depreciación de su moneda (McMillin y Koray, 1990); en consiguiente, se generaría crecimiento económico por medio del crecimiento en las exportaciones, dando como resultado la posibilidad de que exista una relación entre deuda pública y exportaciones.

Por consiguiente, el objetivo general de esta investigación es evaluar empíricamente la relación de causalidad entre deuda pública y las exportaciones como fuente de crecimiento económico de Estados Unidos de América. Los objetivos específicos de esta investigación incluyen la estimación de un modelo econométrico dinámico para evaluar la relación de causalidad entre deuda gubernamental y exportaciones, teniendo en cuenta los efectos del valor cambiario del dólar. A continuación se expone brevemente la literatura previa que guía la estimación del modelo vectorial autoregresivo que se utilizó para evaluar causalidad en el sentido de Granger.

## 2. Exportaciones y crecimiento económico

La exportación de productos y servicios es solo uno de los factores de un sinnúmero de causas del crecimiento económico. Por lo tanto, cualquier esfuerzo por explicar las funciones de las exportaciones en el crecimiento económico debería incluir todas las causas del crecimiento y las exportaciones en el análisis (Michaely, 1977; Weil, 2009). Por consiguiente, en esta investigación se asume que la deuda pública gubernamental es otro factor propicio para el crecimiento económico. Aunque no es práctico poner todas las fuentes de crecimiento económico en un análisis empírico, se pueden abstraer las causas más importantes del crecimiento económico y presentar los canales más fundamentales sobre cómo las exportaciones que favorecen el crecimiento económico. La mayoría de los estudios que prueban la hipótesis del crecimiento por exportaciones incluyen factores que contribuyen a la producción, como el empleo y el capital. Otros estudios van un paso más allá, al controlar los efectos de otras variables, como el capital inicial, las importaciones, la inflación, los términos de intercambio, el tipo de cambio, la oferta mundial agregada (producción extranjera), la oferta de dinero, el ahorro, la participación de la inversión en el PIB, en el extranjero e inversiones domésticas, el consumo privado, la +productividad manufacturera, las exportaciones de combustible, las exportaciones sin combustible o el nivel de apertura del país (Riezman, Whiteman y Summers, 1996; Gutiérrez de Piñares, 2007; Bahmani-Oskooee y Economidou, 2009).

Emery (1967) presentó la hipótesis de crecimiento por las exportaciones como la “relación causal entre las dos, que esta relación es de interdependencia más que de causalidad unilateral, pero que es principalmente un aumento de las exportaciones que estimula un aumento del crecimiento económico agregado más bien y viceversa”. Según Emery (1967), las exportaciones permiten bienes importados, como las nuevas tecnologías que sustentan la productividad y las economías de escala y fomentan las

inversiones, lo que conduce a un mayor consumo. Emery (1967) recomienda promover políticas que fomenten el crecimiento de las exportaciones, como tener una moneda subvaluada sosteniendo un tipo de cambio realista que se origine a partir de políticas monetarias y fiscales sincronizadas.

Michaely (1977) estudió la relación entre las exportaciones y el crecimiento económico en países menos desarrollados mediante el análisis de las correlaciones entre las variables en el periodo 1950-1973. Afirmó que “se ha establecido una asociación positiva de crecimiento con expansión de la exportación”. Sin embargo, Michaely no controló otras variables que resolverían el problema de regresión no esencial. Otro problema que no se aborda en la estimación es la relación simultánea entre el crecimiento de las exportaciones y el crecimiento económico, como lo mencionan Lee y Cole (1996). Michaely (1977) encontró una fuerte relación positiva entre el crecimiento de las exportaciones y el crecimiento económico entre las naciones desarrolladas. Pero tal relación es leve entre los países en desarrollo. Estas diferencias fueron encontradas en parte porque los países diferirían en las políticas de promoción de exportaciones.

Siguiendo a Michaely (1977), Balassa (1978) estudió la relación entre las exportaciones y el crecimiento económico, así como la relación entre las exportaciones manufactureras y la producción manufacturera para el periodo 1960-1973, en países con una base industrializada establecida. En ese estudio se determinó que las diferentes tasas de crecimiento en el sector de exportaciones de la economía estaban relacionadas con las diferencias en las políticas comerciales. Balassa (1978) también encontró que las diferencias entre países en el crecimiento económico se deben a menores costos de inversión favorecidos por la orientación comercial.

Balassa (1985) estudió la hipótesis del crecimiento por exportaciones para 43 países en el periodo 1960-79, y encontró que el crecimiento de las exportaciones tuvo un efecto significativo en el crecimiento económico. El efecto fue mayor en el periodo

1973-79 en comparación con el periodo 1960-73. Balassa (1985) reconoció que economías de escala y cambios técnicos contribuyen al desarrollo del sector comercial exterior. Además, las diferencias entre países en la tasa de crecimiento económico se deben principalmente a las diferencias en las tasas de inversión, la tasa de crecimiento de la fuerza laboral, la política comercial inicial, los ajustes a las políticas comerciales, el nivel de desarrollo económico y la composición de las exportaciones. También se encontró que las diferencias entre países en el crecimiento de las exportaciones y la relación entre exportaciones y PIB son la expresión de las políticas comerciales del país. Estos argumentos no son tan diferentes a los encontrados por Emery (1967) y Michaely (1977).

Utilizando el análisis de series de tiempo, Hatemi-J e Irandoust (2000) estudiaron los efectos causales de las exportaciones en el crecimiento económico de Grecia, México, Portugal, Irlanda y Turquía. Con el uso de modelos de autorregresión vectorial (VAR) y datos anuales para el periodo 1960-1997, hallaron que a largo plazo solo había causalidad en Irlanda, México y Portugal. Hatemi-J e Irandoust (2000) concluyeron que las políticas de promoción de exportaciones son fundamentales para promover el crecimiento económico. También encontraron la causalidad unidireccional de Granger, del crecimiento de las exportaciones hacia el crecimiento económico en los casos de Irlanda y México, y la causalidad del crecimiento económico hacia el crecimiento de las exportaciones en el caso de Portugal. El hallazgo de que el crecimiento económico de Portugal conduce al crecimiento de las exportaciones, puede deberse al hecho de que el crecimiento económico dirige una ventaja comparativa a través del capital humano (habilidades y desarrollo tecnológico) que aumenta la productividad de los trabajadores.

Giles y Williams (2000) pusieron a disposición una amplia revisión bibliográfica sobre la relación entre las exportaciones y el crecimiento económico. Se evaluaron más de 150 trabajos de investigación aplicada, y los autores concluyeron que “se debe

tener sumo cuidado al interpretar gran parte de la investigación aplicada sobre la hipótesis de crecimiento por las exportaciones”.

La orientación comercial hace que un país sea más capaz de usar capital externo al no solo permitir el pago de obligaciones de deuda sino también al aumentar la capacidad de servicio de la deuda. Giles y Williams (2000) sugieren que las políticas de promoción de exportaciones pueden eliminar los controles que hacen que la moneda de algunos países esté sobrevaluada. Argumentan que el crecimiento económico puede lograrse mediante políticas de promoción de exportaciones. Compararon a América Latina y África con Hong Kong, Singapur, Corea y Taiwán, y los países de reciente industrialización Malasia y Tailandia.

En el contexto de los modelos vectoriales autorregresivos (VAR) para el análisis estadístico, la causalidad de Granger se conoce como una prueba de significancia de un conjunto de coeficientes que corresponden a los rezagos de una variable en cuestión. Giles y Williams (2000) han demostrado que la importancia de la prueba de causalidad de Granger cuando se evalúa la hipótesis de crecimiento por las exportaciones es sensible a las variaciones en el grado de la tendencia determinista y los métodos implementados para probar raíces unitarias. Los autores consideraron los modelos VAR en los niveles y las primeras diferencias de los datos.

Ahmad (2001) revisó 39 artículos de investigación escritos entre 1985 y 1999; los autores emplearon análisis de series temporales como los modelos VAR y los modelos vectoriales de corrección de errores (VEC) para probar la relación entre las exportaciones y el crecimiento económico. El autor enfatizó el concepto de causalidad en el sentido de Granger. Según Ahmad (2001), no existe un fuerte apoyo empírico para la hipótesis de crecimiento impulsado por la exportación tanto en los países desarrollados como en los países en desarrollo, en comparación con estudios anteriores que utilizaban correlaciones y funciones de producción.

En el caso de América Latina, las hipótesis de crecimiento por exportaciones se han probado utilizando diferentes datos y meto-

dologías. Por ejemplo, Gutiérrez de Piñares y Cantavella-Jordá (2007) en su estudio concluyeron que existen contradicciones en los resultados de las pruebas por ambas opciones, selección de datos y metodología de estimación. Afirman que la falta de un apoyo fuerte a la efectividad de las políticas de promoción de exportaciones puede hacer que algunos países consideren políticas de liberalización comercial favorecidas por las naciones desarrolladas.

Bahmani-Oskooee y Economidou (2009) evaluaron la hipótesis del crecimiento por las exportaciones y la hipótesis de que el crecimiento económico incrementa las exportaciones. Los autores estudiaron 61 países para el periodo 1960-99 y encontraron que no solamente los resultados de las pruebas de exogeneidad producidos por Johansen no solo eran específicos para cada país, sino que no existía un patrón uniforme en la dirección de la causalidad. Afirmaron que las exportaciones e importaciones (apertura al comercio exterior) representan factores internacionales que tienen efectos sobre la productividad, pero no son representados por insumos de producción como el trabajo y el capital.

### 3. Deuda pública y fomento del desarrollo económico

El principal argumento para introducir la deuda pública en el análisis en el contexto del desarrollo es que fomenta inversiones que aumentan no solo el capital humano, sino que también fortalecen las instituciones y la infraestructura nacional que facilitan el crecimiento económico y la competitividad internacional de los bienes que se venden en el exterior. Esto se logra mediante los efectos positivos esperados de la deuda pública en la productividad total de los factores que generan mayores ingresos.

Love (1994) examinó la relación causal entre el crecimiento del ingreso y el crecimiento de las exportaciones, así como el efecto causal de los gastos del gobierno y el crecimiento del ingreso, mediante el uso de medidas de ingreso ajustadas y no

ajustadas para veinte países en el periodo 1960-1990. El estudio concluyó que tales relaciones son sensibles a las medidas de ingreso elegidas, encontrando menos evidencia de apoyo a la hipótesis de que el crecimiento de los gastos del gobierno está relacionado de manera positiva y causal con el crecimiento del ingreso.

Considerando el sesgo que puede resultar de la omisión de variables en la determinación de los efectos causales entre las variables de interés, Amoateng y Amoako-Adu (1996) aumentaron la relación bivariada entre el crecimiento de las exportaciones y el crecimiento económico al agregar el servicio de la deuda externa, encontrando una relación bidireccional entre PIB y exportaciones. La muestra estuvo constituida por países africanos en el periodo 1971-1990. El análisis empírico se desarrolló sin un modelo teórico que hubiera hecho suposiciones de exogeneidad o endogeneidad de la variable de la deuda externa. La única justificación para la inclusión de las variables de servicio de la deuda externa se basó en el hecho de que los ingresos de las exportaciones se utilizan para pagar las obligaciones de la deuda en moneda extranjera. Su racionalidad se basa en lo que sucede con los ingresos del presupuesto después del pago de la deuda: el desarrollo económico se ve obstaculizado porque una menor cantidad de ingresos por exportaciones implica menos ingresos para el sector público y privado que pueden estar destinados a nuevas inversiones.

Sen, Kasibhatla y Stewart (2007) evaluaron la hipótesis de la deuda pendiente para los países de América Latina en el periodo 1970-2000 y una muestra de países asiáticos en el periodo 1982-2002. Por medio de la econometría de datos de panel encontraron que la deuda del gobierno ha reducido el crecimiento económico en los países asiáticos, pero no tan severamente como en América Latina. Las variables (en el registro de las primeras diferencias) incluidas en el análisis fueron la tasa de crecimiento en el PIB per cápita, la relación deuda/PIB, la relación servicio de la deuda, la

relación deuda/exportación, la formación bruta de capital y la fuerza laboral.

Jayaraman y Lau (2009) estudiaron los efectos de la deuda externa, los déficits presupuestarios y el crecimiento de las exportaciones sobre el crecimiento del PIB en países de Asia y el Pacífico durante el periodo 1988-2004 (Samoa, Islas Salomón, Tonga y Vanuatu). No se encontró una relación causal a largo plazo entre las variables. A corto plazo se determinó que hay un efecto significativo del crecimiento del PIB en el crecimiento de la deuda. Sorprendentemente, a largo plazo no contaban con suficientes pruebas estadísticas que respaldaran la importancia de los efectos de los déficits presupuestarios del gobierno en la deuda externa.

El riesgo de incumplimiento de los bonos del gobierno como resultado de una mayor dependencia de la deuda se refleja, en parte, en los movimientos de los mercados de capital que tienen efectos en los valores relativos de una moneda en todo el mundo. De esa manera, los cambios en el aumento de la deuda conducirán a una moneda hacia la depreciación (McMillin y Koray, 1990; Kim y Roubini, 2008). Si asumimos la versión más sólida de la hipótesis de mercados eficientes, entonces los cambios en el presupuesto se reflejarán inmediatamente en el precio de la moneda (Mishkin, 2009). Según Starling (2008), la planificación del presupuesto del gobierno comienza al menos un año y medio antes del año fiscal. En este ciclo presupuestario, la administración incorpora nuevas políticas que requieren financiamiento de los ingresos fiscales, deuda y/o proyectos de autofinanciamiento de las políticas existentes. Por lo tanto, se puede asumir que el riesgo de las políticas aprobadas en el presupuesto ya tendrá un precio en el valor de la moneda, y luego dará soporte a la versión débil de la hipótesis de los mercados eficientes. Por lo tanto, la deuda pública aprobada para programas gubernamentales nuevos o mejorados puede ser más informativa sobre el estado de la política fiscal y, por lo tanto, su efecto puede capturarse en el tipo de cambio que, a su vez, afecta la actividad económica nacional y los esfuerzos orientados hacia el exterior. Debido a eso, es crítico



investigar los efectos de la deuda del gobierno en las exportaciones y los efectos subsiguientes en el crecimiento económico.

La deuda del gobierno en los países desarrollados puede fomentar directamente una serie de condiciones que son ventajosas para lograr una mayor competitividad en el sector comercial de la economía. Es posible que las exportaciones se incrementen por los efectos directos de la depreciación de la moneda que surgen de las políticas fiscales que ponen en marcha la deuda pública en la mejora de la economía. En términos teóricos, el mecanismo mencionado da lugar a una crítica común a los estudios previos que no han tenido en cuenta ni la acumulación de deuda pública del gobierno, ni los efectos intermedios en la moneda al probar la validez de la hipótesis por exportaciones en la literatura empírica de comercio y finanzas. Esta investigación busca tal comprensión. Además, considera los efectos de la deuda por medio del tipo de cambio.

#### 4. Métodos y datos

Se estimó un modelo econométrico dinámico del tipo vectorial autoregresivo (VAR). Se incluyen las variables: producto interno bruto real ajustado por exportaciones (PIB), formación bruta de capital fijo real (FBCF), empleo total (empleo), deuda pública real (deuda), exportaciones reales (exportaciones) y el índice de tipo de cambio ponderado de las principales monedas (tipo de cambio). Se utilizaron observaciones del periodo 1973:1-2010:3 para la economía de Estados Unidos de América. El periodo de investigación elegido corresponde al sistema de gestión monetaria post-Bretton Woods entre los países industrializados, mucho más allá del shock inicial en 1971 para eliminar el ruido que surge de las políticas recientemente adoptadas para el tipo de cambio y la liberalización financiera.

Los datos sobre el total de la deuda del gobierno federal se obtuvieron a través del Banco de la Reserva Federal de St. Louis

que se compilan en la Oficina de Servicios de Administración Financiera del Departamento del Tesoro. Se mide en miles de millones de dólares y se deflactó utilizando el deflactor del PIB. La deuda gubernamental total se define como la suma de la deuda mantenida por el público y los préstamos del gobierno de fondos fiduciarios federales como el Seguro Social y Medicare. La deuda bruta total del gobierno federal tuvo una tasa de crecimiento promedio de 2.21 % por trimestre. En términos reales, la tasa de crecimiento fue de 1,37 % por trimestre.

La medida elegida para representar el tipo de cambio fue el índice de tipo de cambio ponderado por el comercio con países de las monedas principales. El índice mide el valor relativo del dólar frente a las monedas de la zona Euro, Canadá, Japón, Reino Unido, Suiza, Australia y Suecia. El índice utiliza los precios de 1973 como punto de referencia para las comparaciones entre años, los datos se obtuvieron del Banco de la Reserva Federal de St. Louis; una apreciación (depreciación) del dólar estadounidense se refleja en un aumento (disminución) del índice. En promedio, el índice de tipo de cambio ponderado por el comercio mostró una disminución de 0.19% por trimestre.

El producto interno bruto nominal se obtuvo de la Oficina de Análisis Económico (BEA) y mide la producción de la economía en miles de millones de dólares. La medida del PIB se ajustó en función de las exportaciones y luego se deflactó por el deflactor del PIB que publica la misma oficina; dicho deflactor utiliza los precios de 2005 como punto de referencia para las comparaciones. En el sistema de ecuaciones del modelo VAR, el mercado laboral se caracterizó por el empleo total, tal variable representa el número total de personas que están empleadas en la economía (dieciséis años y más), medida en miles. Los datos fueron obtenidos de la Oficina de Estadísticas Laborales (BLS). En promedio, los individuos ocupados crecieron 0.372 % por trimestre.

El valor nominal de las exportaciones se obtuvo de la Oficina de Análisis Económico, medido en miles de millones de dólares. El valor real de las exportaciones se obtuvo mediante el uso del

deflactor de exportaciones que publica la misma oficina. El deflactor de exportaciones utiliza los precios del 2005 para las comparaciones, al igual que el deflactor del PIB. La formación bruta de capital fijo se utilizó como sustituto del capital, las estimaciones las proporciona la Oficina de Análisis Económico en las cuentas nacionales. Sin embargo, los datos para esta variable se obtuvieron del Fondo Monetario Internacional, se miden en miles de millones de dólares, y los valores reales se obtuvieron mediante el uso del deflactor del PIB.

Las estadísticas descriptivas de las variables en los niveles se muestran en la tabla 1. En términos del coeficiente de variación, el índice de tipo de cambio y el trabajo empleado tuvieron los valores más bajos, 14.15 % y 16.02 %, respectivamente. En contraste, los valores más altos se encontraron en deuda bruta deflactada y exportaciones deflactadas, 54.69 % y 59.5 %, respectivamente. Los coeficientes de correlación entre las seis variables son diferentes de cero al el nivel de significancia del 1 % (tabla 2).

El modelo VAR se estimó utilizando las primeras diferencias logarítmicas de las variables, es decir, la tasa de crecimiento de las variables. Para estas variables transformadas se realizaron pruebas para raíces unitarias tanto en niveles como en su respectiva primera diferencia. Se utilizaron principalmente dos pruebas, la prueba generalizada de mínimos cuadrados de Dickey-Fuller (DF-GLS) y la prueba aumentada de Dickey-Fuller. Los resultados de estas pruebas se observan en las tablas 3 y 4, respectivamente. En cada tabla se muestran dos conjuntos de resultados. El primer conjunto corresponde a los resultados de la prueba de las variables en los niveles, mientras que el segundo conjunto corresponde a los resultados de la prueba de las variables en primeras diferencias.

**Tabla 1**  
Estadísticas descriptivas de las variables originales en niveles

| <i>Variables</i>      | <i>Promedio</i> | <i>Dev. Est.</i> | <i>Min</i> | <i>Max</i> |
|-----------------------|-----------------|------------------|------------|------------|
| Deuda nominal         | 4,169           | 3,237.64         | 457.32     | 13,561.62  |
| PIB nominal           | 6,202           | 3627.85          | 1251.10    | 12,896.20  |
| Exportaciones nominal | 709             | 499.63           | 84.00      | 1,927.30   |
| FBCF nominal          | 1,302           | 751.79           | 269.50     | 2,737.10   |
| Empleo                | 117,971         | 18,904.17        | 83,841.66  | 146,264.30 |
| Tipo de cambio        | 97              | 13.69            | 70.83      | 142.06     |
| Variables deflactadas |                 |                  |            |            |
| Deuda real            | 4,931           | 2,697.26         | 1,540.20   | 12,212.73  |
| PIB real              | 7,829.14        | 2,412.20         | 4,363.10   | 11,716.05  |
| Exportaciones reales  | 755             | 449.04           | 217.08     | 1,696.60   |
| FBCF real             | 1,653           | 503.10           | 869.46     | 2,628.94   |

Nota: variables ajustadas para estacionalidad.

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 2**  
Correlación entre las variables en niveles

|                | <i>Tipo de cambio</i> | <i>PIB</i> | <i>Exportaciones</i> | <i>FBCF</i> | <i>Empleo</i> | <i>Deuda</i> |
|----------------|-----------------------|------------|----------------------|-------------|---------------|--------------|
| Tipo de cambio | 1                     |            |                      |             |               |              |
| PIB*           | -0.564                | 1          |                      |             |               |              |
| Exportaciones* | -0.631                | 0.978      | 1                    |             |               |              |
| FBCF *         | -0.483                | 0.969      | 0.938                | 1           |               |              |
| Empleo         | -0.556                | 0.980      | 0.949                | 0.957       | 1             |              |
| Deuda*         | -0.654                | 0.959      | 0.970                | 0.872       | 0.937         | 1            |

Nota: \* señala a las variables deflactadas.

Fuente: elaboración propia.

La prueba generalizada de mínimos cuadrados de Dickey-Fuller para pruebas de raíz unitaria (DF-GLS) rechazó la hipótesis nula de no estacionariedad para todas las variables en niveles con un nivel de significancia del 5 % (tabla 3); con la excepción de la deuda deflactada, ya que solo en el retraso uno, el nulo fue rechazado; los valores críticos interpolados provienen de los calculados por Elliott, Rothenberg y Stock (1996). En el segundo conjunto

de resultados que se muestra en la tabla 3, las pruebas DF-GLS también rechazaron la hipótesis nula de no estacionariedad para todas las variables a un nivel de significancia del 5 %.

También se realizaron pruebas de Dickey-Fuller (1979) aumentadas (tabla 4). Todas las variables en niveles se probaron bajo la alternativa de estacionariedad en torno a una tendencia de tiempo lineal. Las pruebas rechazaron las hipótesis nulas de raíz unitaria al 5 % de nivel de significancia para todas las variables. Las pruebas sobre las primeras diferencias de las variables dieron como resultado el rechazo de la hipótesis nula de no estacionariedad de todas las variables en el nivel de significancia del 5 %. La excepción fue para la variable total de deuda del gobierno federal deflactada. Por lo tanto, se realizaron análisis adicionales para esta variable. En conclusión, dado que las variables (tasas de crecimiento) parecen ser estacionarias en niveles y primeras diferencias, su orden de integración correspondiente es 0, es decir, poseen un orden de integración  $I(0)$ .

Se realizaron pruebas adicionales para la variable de deuda deflactada, Phillips y Perron (1988), las cuales consideran la autocorrelación y la heteroscedasticidad; se rechazó la hipótesis nula de no estacionariedad en el nivel de significancia del 5 % (valor crítico = -2.887), la estadística se estimó en un valor igual a -6.788. Además de las pruebas de Phillips y Perron, se realizó la prueba KPSS de Kapetanios, Shin y Snell (2003). La estadística estimada fue de 0.26598, de este modo, la hipótesis nula de estacionariedad no se rechazó en el nivel de significancia del 5 %, ya que el valor crítico correspondiente fue de 0.464. Por lo tanto, mediante el uso de múltiples pruebas, se concluyó que la tasa de crecimiento de la deuda pública es una variable estacionaria.

**Tabla 3**  
Resultados de las pruebas de raíces unitarias DF-GLS

| <i>Rezagos</i>                          | <i>Deuda</i> | <i>PIB</i> | <i>Exportaciones</i> | <i>FBCF</i> | <i>Empleo</i> | <i>Tipo de cambio</i> |
|-----------------------------------------|--------------|------------|----------------------|-------------|---------------|-----------------------|
| <i>Variables en nivel con tendencia</i> |              |            |                      |             |               |                       |
| 7                                       | -1.815       | -5.095     | -2.942               | -4.447      | -4.875        | -2.579                |
| 6                                       | -2.091       | -4.601     | -3.016               | -4.157      | -4.542        | -2.644                |
| 5                                       | -2.154       | -4.805     | -3.084               | -4.355      | -4.795        | -2.861                |
| 4                                       | -2.122       | -5.361     | -4.001               | -3.951      | -5.227        | -3.428                |
| 3                                       | -1.727       | -5.518     | -4.568               | -4.206      | -5.471        | -3.830                |
| 2                                       | -2.542       | -5.945     | -4.603               | -5.347      | -5.329        | -4.362                |
| 1                                       | -3.184       | -6.478     | -5.823               | -5.427      | -6.605        | -6.366                |
| <i>Variables en primera diferencia</i>  |              |            |                      |             |               |                       |
| 3                                       | -4.410       | -1.535     | -2.010               | -4.741      | -2.526        | -5.444                |
| 2                                       | -8.693       | -2.289     | -2.802               | -6.720      | -3.369        | -7.439                |
| 1                                       | -10.405      | -3.561     | -4.503               | -7.909      | -6.077        | -11.725               |

Nota: Resultados de las pruebas para las tasas de crecimiento de las variables. Para las pruebas con tendencia, los valores críticos para los niveles de significancia del 1 %, 5 % y 10 % son -3.519, -2.979 y -2.689, respectivamente. Para las pruebas sin tendencia para variables en primera diferencia, los valores críticos para los niveles de significancia del 1 %, 5 % y 10 % son -2.593, -1.95 y -1.613, respectivamente.

Fuente: elaboración propia.

**Tabla**  
Resultados de las pruebas de raíces unitarias Dickey-Fuller aumentadas

| <i>Variables</i>                          | <i>Estadística ADF</i> | <i>Valores crítico</i> |        |        |
|-------------------------------------------|------------------------|------------------------|--------|--------|
|                                           |                        | 1%                     | 5%     | 10%    |
| <i>Variables en niveles con tendencia</i> |                        |                        |        |        |
| Deuda                                     | -3.352                 | -4.025                 | -3.444 | -3.144 |
| PIB                                       | -4.694                 | -4.025                 | -3.444 | -3.144 |
| Exportaciones                             | -5.446                 | -4.025                 | -3.444 | -3.144 |
| FBCF                                      | -3.798                 | -4.025                 | -3.444 | -3.144 |
| Empleo                                    | -4.679                 | -4.025                 | -3.444 | -3.144 |
| Tipo de cambio                            | -4.912                 | -4.025                 | -3.444 | -3.144 |
| <i>Variables en primeras diferencias</i>  |                        |                        |        |        |
| Deuda                                     | -7.305                 | -2.594                 | -1.95  | -1.613 |
| PIB                                       | -8.441                 | -2.594                 | -1.95  | -1.613 |
| Exportaciones                             | -8.659                 | -2.594                 | -1.95  | -1.613 |

| Variables      | Estadística | Valores crítico |       |        |
|----------------|-------------|-----------------|-------|--------|
|                | ADF         | 1%              | 5%    | 10%    |
| FBCF           | -8.895      | -2.594          | -1.95 | -1.613 |
| Empleo         | -7.647      | -2.594          | -1.95 | -1.613 |
| Tipo de cambio | -9.287      | -2.594          | -1.95 | -1.613 |

Nota: Pruebas de Dickey-Fuller fueron aumentadas con tres rezagos. Resultados de las pruebas para las tasas de crecimiento de las variables.

Fuente: elaboración propia.

## 5. Resultados

Se estimó un modelo vectorial autorregresivo (VAR) para determinar los efectos dinámicos de la deuda pública sobre las exportaciones y el crecimiento del PIB. El sistema de ecuaciones consistió de seis variables endógenas. El número de rezagos del modelo VAR se determinó mediante prueba secuencial de fracción de verosimilitud (*likelihood ratio tests*), y se encontró que tres rezagos de cada variable endógena era la mejor opción. Además, también se consideraron otros criterios de información como AIC, HQIC y SBIC. Los criterios AIC coincidieron con las pruebas de cociente de probabilidad. En contraste, los criterios de HQIC y SBIC favorecieron un modelo más parsimonioso con una demora de uno. Sin embargo, después de la estimación, dicha longitud de rezago produjo residuales con autocorrelación. Por lo tanto, se favoreció un modelo VAR con tres rezagos debido a que producía residuales que estaban cerca de los procesos de ruido blanco.

Después de determinar los rezagos del modelo VAR, se evaluó la inclusión de términos determinísticos mediante pruebas de razón de verosimilitud. Su inclusión es necesaria para mejorar las estimaciones finales a fin de que los residuales puedan acercarse a los procesos de ruido blanco. Entre los términos que se consideraron se encontraban los términos constantes, los cambios estructurales, las tendencias y los términos estacionales para evaluar estacionalidad residual dentro de un entorno multivariado. La

primera prueba de razón de verosimilitud evaluó la exclusión de constantes, es decir, evaluó la hipótesis nula de que los términos constantes eran iguales a cero. De manera contundente, la prueba rechazó la hipótesis nula a un nivel de significancia del 1 % (tabla 5). La hipótesis nula de que los términos estacionales trimestrales eran iguales a cero se rechazó a un nivel de significancia del 1 %. Las pruebas favorecieron la inclusión de términos estacionales en la estimación final (tabla 5).

La inclusión de cambios estructurales se evaluó por separado y conjuntamente en un entorno multivariado. Se crearon tres variables binarias para representar cambios estructurales que han ocurrido en la economía en el periodo estudiado. Las variables representan expansiones extraordinarias en la acumulación de deuda para financiar gastos que pueden tener efectos en otros indicadores agregados en la economía. La variable binaria (sb1) toma el valor de uno para las observaciones en el periodo 1982:1-2001:2, representa la expansión de la deuda del gobierno durante y después de la administración de Ronald Reagan. La segunda variable binaria (sb2) toma el valor de uno para aquellas observaciones después de los ataques del 11 de septiembre y justo antes de la crisis financiera de 2008, abarcó el periodo 2001:3-2007:4. La tercera variable binaria (sb3) tomó el valor de uno para las observaciones durante el periodo 2008:1-2010:3, correspondiente a la expansión fiscal que surgió después de la desaceleración económica de la última recesión.

Se realizaron tres pruebas separadas para evaluar cambios estructurales. La hipótesis nula de que la variable sb1 es igual a cero se rechazó solo a un nivel de significancia del 10 %. En contraste, la prueba no rechazó la hipótesis nula de que la variable sb2 es igual a cero en el nivel de significancia del 10 %. Finalmente, la hipótesis nula de que la variable sb3 era igual a cero se rechazó abrumadoramente a un nivel de significancia del 5 %. Se realizó una prueba final para evaluar la inclusión simultánea de sb1, sb2 y sb3; se rechazó a un nivel de significancia del 1 % la hipótesis



nula de que los coeficientes para las mencionadas variables eran iguales a cero (tabla 5).

Finalmente, se evaluó la inclusión de una tendencia determinística. La hipótesis nula de que los términos de tendencia eran iguales a cero se rechazó significativamente a un nivel de significancia del 1 %. En conclusión, a través de la evidencia compilada por pruebas de razón de verosimilitud, se analizó la adición de términos determinísticos. Después de considerar la inclusión de términos determinísticos, su significancia se evaluó mediante pruebas *t*. Si los términos no eran significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 90 %, esos parámetros se limitaron a cero. Los signos obtenidos correspondientes a los coeficientes estimados de los términos determinísticos incluidos en el modelo VAR final se muestran en la tabla 6.

**Tabla 5**  
Pruebas de fracción de verosimilitud para evaluar  
la inclusión de términos determinísticos

| <i>Hipótesis nula</i> | <i>Hipótesis alternativa</i> | <i>GL</i> | <i>FV <math>\chi^2</math></i> | <i>Prob &gt; <math>\chi^2</math></i> |
|-----------------------|------------------------------|-----------|-------------------------------|--------------------------------------|
| Sin constantes        | Con constantes               | 6         | 35.79                         | 0                                    |
| Sin estacionalidad    | Con estacionalidad           | 18        | 58.37                         | 0                                    |
| Sin est., no sb1      | Est. + sb1                   | 6         | 11.61                         | 0.0713                               |
| Est., no sb2          | Est. + sb2                   | 6         | 7.01                          | 0.3196                               |
| Est., no sb3          | Est. + sb3                   | 6         | 16.68                         | 0.0105                               |
| Est., no sb1-3        | Est. + sb1+sb2+sb3           | 18        | 37.88                         | 0.004                                |
| Sin tendencia         | Tendencia                    | 6         | 40.61                         | 0                                    |

Nota: fv: fracción de verosimilitud. Est.: término equivalente para los términos estacionales. sb1: variable binaria para la expansión de la deuda que comenzó durante la administración del presidente Ronald Reagan. sb2: variable binaria para la expansión de la deuda después del 9/11. sb3: variable binaria para la expansión de la deuda después de la crisis financiera de 2008.

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 6**  
Términos determinísticos incluidos en el sistema de ecuaciones

| <i>Términos</i> | <i>Ecuaciones</i> |            |                      |             |               |                       |
|-----------------|-------------------|------------|----------------------|-------------|---------------|-----------------------|
|                 | <i>Deuda</i>      | <i>PIB</i> | <i>Exportaciones</i> | <i>FBCF</i> | <i>Empleo</i> | <i>Tipo de cambio</i> |
| sb1             | +                 |            |                      |             |               |                       |
| sb2             | +                 | -          |                      |             |               |                       |
| sb3             | +                 | -          |                      | -           | -             |                       |
| q1              | -                 |            |                      |             |               |                       |
| q2              | -                 |            |                      |             |               |                       |
| q3              | -                 |            |                      |             |               |                       |
| Tendencia       | -                 | +          |                      |             |               |                       |
| Constante       |                   |            |                      |             |               |                       |

Nota: Los términos q1-q3 corresponden a estacionalidad residual. Los términos sb1-sb3 corresponden a cambios estructurales. sb1: variable binaria para la expansión de la deuda que comenzó durante la administración del presidente Ronald Reagan. sb2: variable binaria para la expansión de la deuda después del 9/11. sb3: variable binaria para la expansión de la deuda después de la crisis financiera de 2008. Todos los términos deterministas incluidos fueron significativos a un nivel de confianza del 95%.

Fuente: elaboración propia.

Las causas y los efectos del crecimiento de la deuda del gobierno federal se discuten por medio de la causalidad de Granger comúnmente utilizada en la investigación macroeconómica aplicada (Granger, 1969). Dicho concepto se refiere a la evaluación estadística de rezagos de una variable, si son diferentes de cero en el desempeño del pronóstico de otra variable (Enders, 2004); es decir, la causalidad de Granger evalúa la significancia estadística de los coeficientes de las variables de desfase en la ecuación de interés para el investigador. Tres preguntas surgen para su consideración: ¿Cuáles son los efectos de la deuda del gobierno en la economía? ¿Es la dirección de la causalidad Granger entre par de variables unidireccional o bidireccional? ¿Cuál es la naturaleza de la relación entre exportaciones y deuda pública?

Para este propósito, si el sistema de ecuaciones tiene variables estacionarias, entonces las pruebas de Wald o las F pueden evaluar la hipótesis nula de que los coeficientes de la variable rezagadas de interés son iguales a cero en una ecuación particular.

De esta manera, si la prueba no rechaza la hipótesis nula, se puede decir, en sentido general, que no existe relación de causalidad de Granger entre la variable dependiente y la variable independiente representada por el set de coeficientes correspondiente a los rezagos. En el sistema de seis ecuaciones que se estimó, las pruebas de causalidad de Granger se realizaron mediante las pruebas de Wald y los resultados se muestran en la tabla 7.

La hipótesis nula de que el empleo no afecta al crecimiento en la deuda pública fue rechazada a un nivel de significancia del 1 %. Este resultado está de acuerdo con la excusa que muchos formuladores de políticas brindan al justificar los crecientes niveles de deuda del gobierno. Además, cuando la economía de Estados Unidos ha enfrentado un aumento del desempleo, parece que hay una mayor dependencia de los instrumentos de la política fiscal para estimular la economía; especialmente, cuando las tasas de interés reales disminuyen o se mantienen en niveles bajos.

La hipótesis nula de que el crecimiento en el PIB no causa (en sentido Granger) la deuda del gobierno, solamente se puede rechazar a un nivel de significancia del 10 %, mientras que la hipótesis nula de que la formación de capital bruta-fija no causa la deuda del gobierno se rechazó a un nivel de significancia del 1 %. Además, las pruebas de Wald no rechazan las hipótesis nulas de que las exportaciones y el tipo de cambio tengan relaciones de causalidad Granger con la deuda pública (tabla 7). Sin embargo, las hipótesis nulas de que la deuda no afecta al empleo o a la FBCF fueron rechazadas a un nivel de significancia del 10 % (tabla 7).

Si bien la causalidad Granger no puede proporcionar la magnitud de los efectos, se puede inferir que el crecimiento del PIB ha tenido un efecto en la acumulación de deuda pública. Además, se espera que el aumento del capital produzca una menor dependencia de la acumulación de deuda del gobierno, porque a medida que se invierte más capital privado, el gobierno tendrá menos incentivos para mejorar el estado de la economía.

La hipótesis nula de que la acumulación de deuda pública no causa el crecimiento del PIB se rechazó a un nivel de significancia

del 1 %. La hipótesis nula de que el crecimiento del PIB no se debe a las exportaciones fue rechazada al 5 % de nivel de significancia. En contraste, la hipótesis nula de que las exportaciones no son causa del crecimiento del PIB no se rechazó a un nivel de significancia del 10 % (tabla 7). Este resultado proporciona evidencia estadística de que las exportaciones de EE.UU. han sido compatibles con el crecimiento del PIB, lo que brinda un mayor respaldo a la hipótesis de crecimiento por exportaciones. Sin embargo, la causalidad Granger no proporciona evidencia favorable para creer que el crecimiento del PIB afecta las exportaciones.

A pesar de que la prueba de Wald no rechaza la hipótesis nula de que la acumulación de deuda pública no se debe a las exportaciones, y viceversa, parece que la acumulación de deuda pública tiene efectos más profundos en la economía. Según las pruebas de Wald, parece que hay una causalidad bidireccional entre la deuda del gobierno y el PIB, el capital y el empleo (tabla 8). Tal como se esperaba, la deuda del gobierno afecta el tipo de cambio, pero la relación causal opuesta no fue estadísticamente significativa (tabla 8). De manera similar, el PIB causó efectos en la ecuación de empleo, en otras palabras, en el sentido Granger causa empleo al 5 % de nivel de significancia; sin embargo, la relación contraria no fue encontrada.

Las pruebas de causalidad de Granger apoyaron la hipótesis de que la deuda del gobierno de Estados Unidos cambia el valor del dólar. Esto implicaría que ante un aumento en la deuda gubernamental federal acumulada, a medida que la moneda se deprecia, el PIB y el empleo aumentarían, es probable que aumenten las exportaciones ante un cambio favorable en el valor del tipo de cambio de la moneda nacional. Los resultados presentados demuestran que, aunque la deuda no afecta causalmente de manera directa a las exportaciones, y viceversa, las exportaciones, efectivamente, sí se ven afectadas conforme la deuda afecta causalmente al tipo de cambio. Finalmente, en la tabla 8 se resumen las relaciones unidireccionales y bidireccionales que produjo el sistema de ecuaciones estimadas.

**Tabla 7**  
Pruebas de causalidad de Granger

| <i>Ecuación</i> | <i>Exclusión</i> | $\chi^2$ | <i>GL</i> | <i>Prob &gt; <math>\chi^2</math></i> |
|-----------------|------------------|----------|-----------|--------------------------------------|
| Deuda           | PIB              | 7.245    | 3         | 0.064                                |
| Deuda           | FBCF             | 12.928   | 3         | 0.005                                |
| Deuda           | Tipo de cambio   | 2.1875   | 3         | 0.534                                |
| Deuda           | Exportaciones    | 1.6842   | 3         | 0.64                                 |
| Deuda           | Empleo           | 12.596   | 3         | 0.006                                |
|                 |                  |          |           |                                      |
| PIB             | FBCF             | 16.081   | 3         | 0.001                                |
| PIB             | Deuda            | 14.64    | 3         | 0.002                                |
| PIB             | Tipo de cambio   | 2.4244   | 3         | 0.489                                |
| PIB             | Exportaciones    | 10.225   | 3         | 0.017                                |
| PIB             | Empleo           | 3.2776   | 3         | 0.351                                |
|                 |                  |          |           |                                      |
| Exportaciones   | PIB              | 3.3839   | 3         | 0.336                                |
| Exportaciones   | FBCF             | 8.2695   | 3         | 0.041                                |
| Exportaciones   | Deuda            | 3.5978   | 3         | 0.308                                |
| Exportaciones   | Tipo de cambio   | 9.6929   | 3         | 0.021                                |
| Exportaciones   | Empleo           | 5.4461   | 3         | 0.142                                |
|                 |                  |          |           |                                      |
| FBCF            | GDP              | 6.2986   | 3         | 0.098                                |
| FBCF            | Deuda            | 7.3633   | 3         | 0.061                                |
| FBCF            | Tipo de cambio   | 2.8679   | 3         | 0.412                                |
| FBCF            | Exportaciones    | 1.7216   | 3         | 0.632                                |
| FBCF            | Empleo           | 2.5263   | 3         | 0.471                                |
|                 |                  |          |           |                                      |
| Empleo          | PIB              | 11.006   | 3         | 0.012                                |
| Empleo          | FBCF             | 8.3936   | 3         | 0.039                                |
| Empleo          | Deuda            | 6.9671   | 3         | 0.073                                |
| Empleo          | Tipo de cambio   | 3.9854   | 3         | 0.263                                |
| Empleo          | Exportaciones    | 2.174    | 3         | 0.537                                |
|                 |                  |          |           |                                      |
| Tipo de cambio  | PIB              | 2.3432   | 3         | 0.504                                |
| Tipo de cambio  | FBCF             | 1.55     | 3         | 0.671                                |
| Tipo de cambio  | Deuda            | 7.7058   | 3         | 0.050                                |
| Tipo de cambio  | Exportaciones    | 2.7312   | 3         | 0.435                                |
| Tipo de cambio  | Empleo           | 7.1439   | 3         | 0.067                                |

Nota: GL significa grados de libertad.

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 8**  
Dirección de causalidad entre las variables

|                | <i>Deuda</i> | <i>PIB</i> | <i>Exportaciones</i> | <i>FBCF</i> | <i>Empleo</i> | <i>Tipo de cambio</i> |
|----------------|--------------|------------|----------------------|-------------|---------------|-----------------------|
| Deuda          |              | B          |                      | B           | B             | U                     |
| PIB            | B            |            |                      | B           | U             |                       |
| Exportaciones  |              | U          |                      |             |               |                       |
| FBCF           | B            | B          | U                    |             | U             |                       |
| Empleo         | B            |            |                      |             |               | U                     |
| Tipo de cambio |              |            | U                    |             |               |                       |

Nota: Leer de fila a columna. U: una dirección. B: bidireccional.

Fuente: elaboración propia.

## 6. Conclusiones

Después de la Segunda Guerra Mundial, las economías se han vuelto más integradas y cooperativas a través del sistema de administración monetaria de Bretton Woods, que proporcionó funciones extraordinarias al dólar de Estados Unidos de América. A principios de los 70, el dólar estadounidense ya no era convertible en oro, a partir de entonces el valor relativo del dólar se establece en el mercado. De esta manera, los agentes económicos y las fuerzas de la demanda y la oferta de la moneda han determinado los tipos de cambio.

Estos cambios estructurales en la economía mundial han tenido implicaciones para el comercio internacional y los flujos de capital. Por ejemplo, una moneda depreciada persistentemente tendería a aumentar las exportaciones a largo plazo de manera permanente, *ceteris paribus*. Consiguientemente, un país tendría el incentivo de preservar una moneda depreciada con el objetivo de lograr un mayor crecimiento económico mediante el desarrollo de un sector de exportaciones próspero y altamente competitivo. Economistas en los años 60 y 70 creían muy firmemente que las exportaciones podían ser una fuente importante de crecimiento económico (Emery, 1967; Michaely, 1977; Balassa, 1978). Sin

embargo, tenemos que considerar a Weil (2009), quien ha señalado que el crecimiento económico es el resultado de muchos factores y circunstancias que contribuyen en conjunto a que una nación sea más próspera.

Acorde a la literatura documentada en esta investigación, los análisis acerca de los efectos de las exportaciones sobre el crecimiento económico no han considerado los efectos de la acumulación de deuda pública (Riezman, Whiteman y Summers, 1996; Gutiérrez De Piñares, 2007; Bahmani-Oskooee y Economidou, 2009). La deuda pública es un factor importante a considerar porque la moneda tenderá a depreciarse a medida que aumente el endeudamiento acumulado, a su vez, tal como se ha formado la expectativa, puede que ocurran cambios positivos en el sector de exportaciones, generando y estableciendo condiciones más favorables para un crecimiento y desarrollo económico más rápido y sostenido. Adicionalmente, el aumento de la acumulación de deuda gubernamental puede tener efectos positivos en la infraestructura, el capital humano, la investigación y el desarrollo, e instituciones más sólidas, ya que promueven una mayor acumulación de capital que fomenta el desarrollo económico y el crecimiento de las exportaciones.

El objetivo de esta investigación fue comprender los efectos de la acumulación de deuda federal del gobierno estadounidense en las exportaciones y el PIB considerando la inclusión de los efectos intermedios del valor de la moneda. El análisis abarcó la estimación de modelos vectoriales para realizar pruebas de Wald para evaluar relaciones de causalidad en sentido Granger. Según las pruebas de Wald, la acumulación de deuda pública y el crecimiento de las exportaciones parecen no estar relacionados, ya que no hubo evidencia de causalidad en el sentido de causalidad de Granger. Por lo tanto, esta evidencia empírica no apoya la hipótesis de que al incrementar la deuda del gobierno probablemente aumenta el componente de exportaciones del PIB directamente. Esta relación se evaluó considerando que el aumento de la deuda incrementa el PIB y el empleo por medio de los efectos depre-

ciativos de la deuda en el valor de la moneda. No obstante, el aumento de la deuda pública también puede producir condiciones positivas para una economía más orientada a la exportación, ya sea por medio del desarrollo institucional, el capital humano o el aumento de la infraestructura de soporte.

Las pruebas de Wald para la determinación de causalidad Granger rechazaron la hipótesis nula de que no hay causalidad entre la deuda del gobierno y la formación de capital bruta-fija, lo que sugiere que existe una fuerte relación bidireccional. Esto puede ser el resultado de externalidades positivas creadas por los efectos gubernamentales que se originan en políticas públicas que estimulan el crecimiento de nuevas inversiones, en respuesta al aumento en gastos gubernamentales. Aunque inicialmente tenemos que considerar que el gasto gubernamental financiado con deuda podría generar una creciente competencia por fondos financieros entre el sector público y el privado.

Aunque el presente análisis supone que el saldo de la deuda pública se gasta en una gran variedad de alternativas, Greiner y Semmler (2000) han señalado que los gastos específicos del gobierno pueden ser más productivos que otros. Greiner (2008) ejemplifica que la deuda pública puede tener efectos en la formación de capital humano e inversiones cuando la deuda acumulada es estable. Pero, incluso temporalmente, la deuda del gobierno puede ser utilizada para lograr objetivos que no necesariamente están motivados por razones económicas.

Se encontró que las exportaciones causaron, en sentido Granger, el crecimiento del PIB, pero la relación inversa no fue estadísticamente significativa. Estos hallazgos se oponen a los de Jin y Yu (1996), quienes concluyeron que en Estados Unidos de América dicha relación es neutral. Probablemente, lo que ocurre es que al incrementarse las exportaciones se alteran los componentes del PIB no relacionados con exportaciones; en otras palabras, existe una sustitución entre mercados interno y externo. En el caso estadounidense, las exportaciones han contribuido aproximadamente



al 6 % del PIB en 1973, y para el 2010 ya alcanzaban el 12 % de contribución.

Entonces, pareciera que la evidencia de la hipótesis del crecimiento de la exportación y el crecimiento económico en Estados Unidos de América es más débil, tal como lo han sugerido Ahmad (2001) y Love (1994) para el caso de los países en desarrollo. En cuanto a Canadá, Awokuse (2003) sugirió que es probable que las exportaciones conduzcan al crecimiento económico debido a la caída del dólar canadiense. Sin embargo, el tipo de cambio no se tuvo en cuenta en el mencionado análisis.

En conclusión, esta investigación encontró que el crecimiento de la acumulación de deuda pública en Estados Unidos de América durante el periodo 1973-2010 fue ligeramente compatible con el crecimiento de las exportaciones. Por lo tanto, se puede argumentar que la gestión efectiva de las políticas fiscales y la administración de la deuda pública constituyen factores que impulsan el desarrollo de una nación, haciendo de las exportaciones un componente importante del PIB.

## 7. Referencias

- Ahmad, J. (2001), "Causality Between Exports and Economic Growth: What do the Econometric Studies Tell Us?", *Pacific Economic Review*, 6(1), pp. 147-167.
- Amoateng, K. & B. Amoako-Adu (1996), "Economic Growth, Export and External Debt Causality: The Case of African Countries", *Applied Economics*, 28(1), pp. 21-27.
- Arin, K. & F. Koray (2009), "Beggars thy Neighbor? The Transmission of Fiscal Shocks from the US to Canada", *Open Economies Review*, 20(3), pp. 425-434.
- Awokuse, T. O. (2003), "Is the Export-Led Growth Hypothesis Valid for Canada?", *The Canadian Journal of Economics*, 36(1), pp. 126-136.
- Bahmani-Oskooee, M. & C. Economidou (2009), "Export Led Growth vs. Growth Led Exports: LDCs Experience", *The Journal of Developing Areas*, 42(2), pp. 179-209.

- Balassa, B. (1978), "Exports and Economic Growth: Further Evidence", *Journal of Development Economics*, 5(2), pp. 181-189.
- (1985), "Exports, Policy Choices, and Economic Growth in Developing Countries after the 1973 Oil Shock", *Journal of Development Economics*, 18(1), pp. 23-35.
- Blanchard, O. J. & D. Quah (1989), "The Dynamic Effects of Aggregate Demand and Supply Disturbances", *The American Economic Review*, 79(4), pp. 655-673.
- Dickey, D. A. & W. A. Fuller (1979), "Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root", *Journal of the American Statistical Association*, 74(366), pp. 427-431.
- Elliott, G.; Rothenberg, T. J. & J. H. Stock (1996), "Efficient Tests for an Autoregressive Unit Root", *Econometrica*, 64(4), pp. 813-836.
- Emery, R. F. (1967), "The Relation of Exports and Economic Growth", *Kyklos*, 20(4), pp. 470-486.
- Enders, W. (2004), *Applied Econometric Time Series*, 2<sup>a</sup> ed., Wiley Series in Probability and Mathematical Statistics, Hoboken, NJ, J. Wiley.
- Feder, G. & R. E. Just (1977), "A Study of Debt Servicing Capacity Applying Logit Analysis", *Journal of Development Economics*, 4(1), pp. 25-38.
- Fu, X. & V. N. Balasubramanyam (2005), "Exports, Foreign Direct Investment and Employment: The Case of China", *The World Economy*, 28(4), pp. 607-625.
- Giles, J. A. & C. L. Williams (2000), "Export-Led Growth: A Survey of the Empirical Literature and Some Non-Causality Results. Part 1", *Journal of International Trade & Economic Development*, 9(3), pp. 261-337.
- (2000), "Export-Led Growth: A Survey of the Empirical Literature and Some Non-Causality Results. Part 2", *Journal of International Trade & Economic Development*, 9(4), pp. 445-470.
- Granger, C. W. (1969), "Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-spectral Methods", *Econometrica*, 37(3), pp. 424-438.
- Greenaway, D.; Hine, R. C. & P. Wright (1999), "An Empirical Assessment of the Impact of Trade on Employment in the United Kingdom", *European Journal of Political Economy*, 15(3), pp. 485-500.
- Greiner, A. (2008), "Human Capital Formation, Public Debt and Economic Growth", *Journal of Macroeconomics*, 30(1), pp. 415-427.
- Greiner, A. & W. Semmler (2000), "Endogenous Growth, Government Debt and Budgetary Regimes", *Journal of Macroeconomics*, 22(3), pp. 363-384.
- Gutiérrez De Piñares, S. A. & M. Cantavella-Jordá (2007), "Export-Led Growth: Are the Results Robust Across Methodologies and/or Data

- Sets? A Case Study of Latin America”, *Applied Economics*, 39(12), pp. 1475-1500.
- Hatemi-J, A. & M. Irandoust (2000), “Time-Series Evidence for Balassas Export-Led Growth Hypothesis”, *Journal of International Trade & Economic Development*, 9(3), pp. 355-365.
- Hua, P. (2007), “Real Exchange Rate and Manufacturing Employment in China”, *China Economic Review*, 18(3), pp. 335-353.
- Jayaraman, T. K. & E. Lau (2009), “Does External Debt Lead to Economic Growth in Pacific Island Countries”, *Journal of Policy Modeling*, 31(2), pp. 272-288.
- Jin, J. C. & E. S. H. Yu (1996), “Export-Led Growth and the US Economy: Another Look”, *Applied Economics Letters*, 3(5), pp. 341-344.
- Kapetanios, G.; Shin, Y. & A. Snell (2003), “Testing for a Unit Root in the Nonlinear STAR Framework”, *Journal of Econometrics*, 112(2), pp. 359-379.
- Kim, S. & N. Roubini (2008), “Twin Deficit or Twin Divergence? Fiscal Policy, Current Account, and Real Exchange Rate in the U.S.”, *Journal of International Economics*, 74(2), pp. 362-383.
- Kolluri, B. R.; Panik, M. J. & M. S. Wahab (2000), “Government Expenditure and Economic Growth: Evidence from G7 Countries”, *Applied Economics*, 32(8), pp. 1059-1068.
- Lee, F. Y. & W. E. Cole (1996), “Simultaneity in the Study of Exports and Economic Growth”, *International Economic Journal*, 8(2), 33-41.
- Love, J. (1994), “Engines of Growth-The Export and Government Sectors”, *The World Economy*, 17(2), pp. 203-218.
- Lütkepohl, H. (2005), *New Introduction to Multiple Time Series Analysis*, Berlín; Nueva York, Springer.
- Lütkepohl, Helmut & Markus Krätzig (2004), *Applied Time Series Econometrics, Themes in Modern Econometrics*, Cambridge, UK; Nueva York, Cambridge University Press.
- McMillin, D. W. & F. Koray (1990), “Does Government Debt Affect the Exchange Rate? An Empirical Analysis of the U.S.-Canadian Exchange Rate”, *Journal of Economics and Business*, 42(4), pp. 279-288.
- Michaely, M. (1977), “Exports and Growth: An Empirical Investigation”, *Journal of Development Economics*, 4(1), pp. 49-53.
- Mishkin, F. S. (2009), *The Economics of Money, Banking, and Financial Markets*, 9ª ed., Boston, Addison-Wesley.
- Mohammadi, H.; Cak, M. & D. Cak (2008), “Wagner’s Hypothesis: New Evidence from Turkey Using the Bounds Testing Approach”, *Journal of Economic Studies*, 35(1), pp. 94-106.

- Phillips, P. C. B. & P. Perron (1988), "Testing for a Unit Root in Time Series Regression", *Biometrika*, 75(2), pp. 335-346.
- Riezman, R. G.; Whiteman, C. H. & P. M. Summers (1996), "The Engine of Growth or its Handmaiden?", *Empirical Economics*, 21(1), pp. 77-110.
- Sen, S.; Kasibhatla, K. M. & D. B. Stewart (2007), "Debt Overhang and Economic Growth-The Asian and the Latin American Experiences", *Economic Systems*, 31(1), pp. 3-11.
- Sims, C. A. (1980), "Macroeconomics and Reality", *Econometrica*, 48(1), pp. 1-48.
- Starling, G. (2008), *Managing the Public Sector*, 8<sup>a</sup> ed., Belmont, CA, Thomson/Wadsworth.
- Weil, D. N. (2009), *Economic Growth*, Pearson Addison Wesley.
- Zhenhui, X. (2008), "China's Exchange Rate Policy and its Trade Balance with the US", *Review of Development Economics*, 12(4), pp. 714-727.
- Ziramba, E. (2008), "Wagner's Law: An Econometric Test for South Africa, 1960-2006", *South African Journal of Economics*, 76(4), pp. 596-606.

## CAPÍTULO 6

### CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

### CHINAS: IMPLICACIONES PARA EL FUTURO DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

CLEMENTE HERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ

JOSÉ ANTONIO OLIVARES MENDOZA

#### 1. Introducción

En 2018 se premia con el Nobel la idea de incluir las innovaciones tecnológicas en el análisis macroeconómico de largo plazo. Romer plantea la importancia de utilizar el tráfico de ideas y la innovación para lograr que las sociedades menos desarrolladas alcancen efectos significativos en beneficio de su población. Señala que los efectos de mejora en temas como la optimización en la esperanza de vida en países pobres tienen que ver justamente con el efecto de libre flujo de ideas y la innovación adjunta. También hace referencia a la importancia de permitir el establecimiento de marcos legales y normativos que permitan el aprovechamiento de los beneficios de las ideas y la innovación, más que a generar procesos que impidan su libre flujo o su aplicación práctica en beneficio de la sociedad, particularmente de los países menos desarrollados (Romer, 2019).

Donald Trump, presidente de Estados Unidos de América (EE.UU.), decide iniciar una guerra arancelaria para enfrentar el amplio déficit en el comercio de bienes frente a la República Popu-

lar China (RPCh). La RPCh replica empatando las sanciones arancelarias. Esta guerra comercial escala hasta el bloqueo por parte del gobierno federal de EE.UU. a la empresa china de telecomunicaciones Huawei, que está desarrollando el uso 5G en telecomunicaciones para la Internet de las cosas, a lo que China responde con cuotas a la exportación de tierras raras que son insumos esenciales en la industria, sobre todo en la electromecánica.

Ambos eventos recientes enfatizan la importancia que la ciencia, la tecnología y la innovación en China tendrán en el futuro de la región latinoamericana y caribeña, que yace bajo la esfera de dominio de EE.UU. (Masood, 2019).

En el siglo XXI, la concentración del control casi total de las transnacionales del entorno capitalista mundial, o sea, en el desarrollo y flujo de las tecnologías en el mundo, comienza a modificarse, cuando la RPCh, con financiamiento estatal, arranca una dinámica exitosa de desarrollo de la ciencia y la tecnología (Kos-toff, 2008; Wilsdon, 2007; Kaku, 1998).

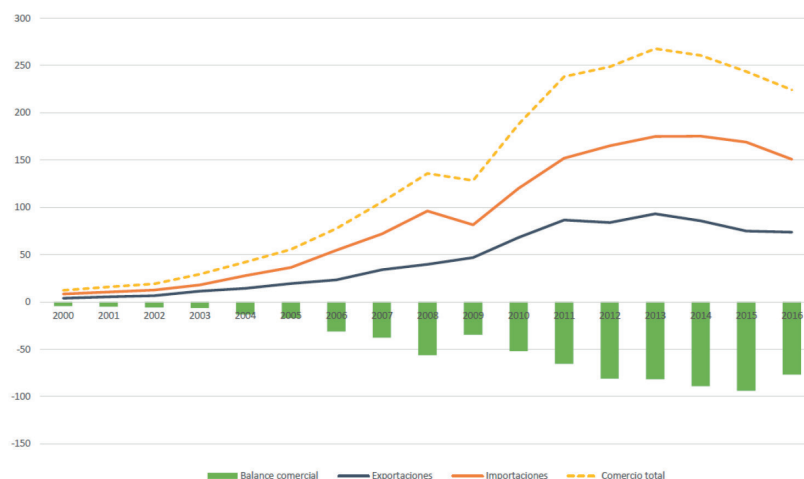
Esta investigación de relaciones económicas internacionales, que debe interesar a los involucrados en la política científico-tecnológica, se desarrolla de la siguiente manera: La siguiente sección esboza el intercambio comercial entre China y América Latina y el Caribe (ALC). La tercera sección muestra el estadio actual en el marco de la ciencia y la tecnología de ALC. La cuarta sección presenta la política científico-tecnológica en China. La quinta sección se enfoca en el intercambio y la cooperación científica y tecnológica entre China y ALC. La sexta sección aborda aspectos fundamentales de unas nuevas relaciones de ALC con China. Finalmente, se presentan algunas reflexiones finales.

## **2. El intercambio comercial entre China y América Latina y el Caribe**

Actualmente China es el principal socio comercial de Brasil, Chile y Perú. Es el segundo socio de países como México, Argentina y

Venezuela. La figura 1 muestra cómo el comercio ha protagonizado esta relación, al multiplicarse su volumen 22 veces en los últimos quince años, comparado con las veces que en el mismo periodo el volumen de comercio se ha multiplicado dos veces con EE.UU y tres veces con Europa.

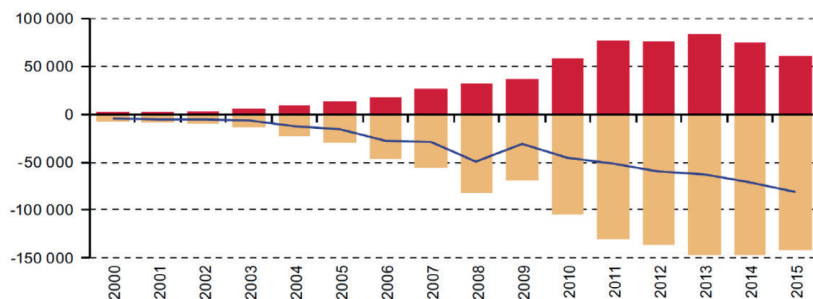
**Figura 1**  
Comercio de América Latina y el Caribe con China



Fuente: elaboración propia con base en datos de UN-COMTRADE.

En el caso del comercio con China, América Latina sí presenta un creciente déficit comercial y, además, muestra una tendencia a una caída en las exportaciones globales de la región y una débil caída de las importaciones, lo que ha provocado que el déficit se profundice. Esto se puede ser producto del débil crecimiento de la región, como se puede ver en la figura 2.

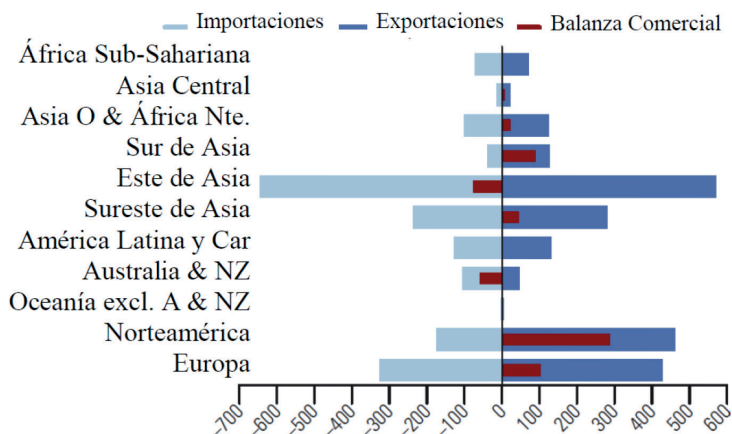
**Figura 2**  
América Latina y el Caribe: saldo comercial con China, 2000-2015  
(millones de dólares)



Fuente: CEPAL (2016).

La figura 3 nos dice que ALC es la quinta región en importancia comercial para China. Aunque a nivel agregado no hay un superávit grande para China, las relaciones bilaterales toman importancia por ser heterogéneas.

**Figura 3**  
Balanza comercial de China con regiones  
(miles de millones de dólares, 2017)



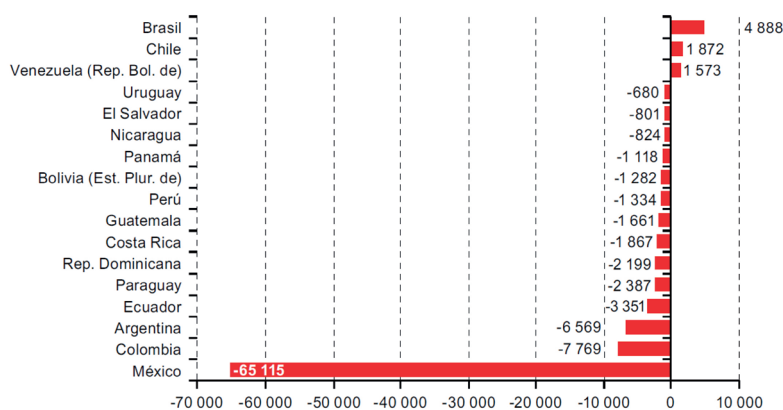
Fuente: Naciones Unidas (2019).



La figura 4 evidencia que solo unos cuantos países presentaron superávit con China, y el resto déficit comerciales fuertes, siendo el más significativo el de México, con más 65,000 millones de dólares en déficit, siguiéndole Colombia y Argentina, entre otros. Esto invita a buscar una estrategia para que China y América Latina tengan una sinergia positiva.

Figura 4

Países seleccionados de América Latina y el Caribe: saldo comercial con China (millones de dólares, 2015)



Fuente: CEPAL (2016).

La posición mundial alcanzada por China ha sido aprovechada por la región latinoamericana. El gigante asiático le compra toda la soja que puede a Argentina. Chile, el mayor productor de cobre del mundo, destina un tercio de su producción al mercado chino. Venezuela coloca en China grandes cantidades de petróleo. Perú le suministra cobre a China. De continuar la tendencia, en quince años China superará a Estados Unidos como el mayor socio comercial de Latinoamérica.

Entonces, resulta importante replantearse la estrategia de articulación entre ambos bloques, a medida que las tendencias globales se mueven hacia un mundo multipolar impulsado por el desarrollo de la ciencia y la tecnología. Es necesario que Latinoamérica implemente políticas de desarrollo productivo modernas

para mejorar y diversificar su estructura productiva, solo así se superaría el actual intercambio de materias primas por productos manufacturados.

La tabla 1 muestra que a mediados de la década de 2010 las exportaciones de países latinoamericanos hacia China experimentaron direcciones mixtas, unos tuvieron decrecimiento y otros un aumento.

**Tabla 1**  
Exportaciones de bienes desde América Latina y el Caribe hacia China  
(millones de dólares)

| País                 | 2013   | 2014   | 2015   | 2016   | Variación<br>2013-2015 |
|----------------------|--------|--------|--------|--------|------------------------|
| Argentina            | 5,512  | 4,460  | 5,174  | 4,425  | -19.7%                 |
| Bolivia              | 320    | 434    | 466    | ND     | 45.5%                  |
| Brasil               | 46,026 | 40,616 | 35,608 | 35,134 | -23.7%                 |
| Chile                | 19,090 | 18,828 | 16,671 | 17,068 | -10.6%                 |
| Colombia             | 5,102  | 5,755  | 2,264  | 1,127  | -77.9%                 |
| Costa Rica           | 378    | 339    | 80     | 46     | -88.0%                 |
| Ecuador              | 569    | 485    | 723    | ND     | 27.1%                  |
| El Salvador          | 5      | 6      | 44     | 6      | 12.7%                  |
| Guatemala            | 167    | 43     | 207    | ND     | 23.9%                  |
| Guyana               | 7      | 23     | 20     | 16     | 123.6%                 |
| Honduras             | 135    | 92     | 21     | ND     | -84.4%                 |
| Jamaica              | 7      | 33     | 29     | 29     | 295.0%                 |
| México               | 6,468  | 5,964  | 4,885  | 5,407  | -16.4%                 |
| Nicaragua            | 21     | 28     | 22     | ND     | 3.4%                   |
| Panamá               | 4      | 1      | 0      | 37     | 935.3%                 |
| Paraguay             | 57     | 49     | 30     | 21     | -63.4%                 |
| Perú                 | 7,354  | 7,025  | 7,333  | 8,484  | 15.4%                  |
| República Dominicana | 232    | 170    | 123    | 119    | -48.7%                 |
| Uruguay              | 1,291  | 1,220  | 1,068  | 891    | -31.0%                 |
| Venezuela            | 13,374 | 11,320 | 6,688  | ND     | -50.0%                 |

Fuente: elaboración propia con base en datos de UN-COMTRADE.

Los productos primarios representaron el 70 % de las exportaciones de la región a China, frente a un 34 % de sus envíos al mundo; por el contrario, las manufacturas de tecnología baja, media y alta representaron solo un 8 % de las exportaciones a China, ante un 49 % de los envíos al mundo en 2015. Lo contrario ocurre en el caso de las importaciones: las manufacturas de baja, media y alta tecnología representaron en 2015 el 91 % de las

importaciones regionales desde China, pero solo representaron el 72 % de las importaciones desde el resto del mundo (CEPAL, 2016). Esto quiere decir que las relaciones económicas que América Latina ha establecido con China no difieren sustantivamente con el perfil que tiene la región en el resto del mundo, como proveedora de materias primas y consumidora de manufacturas, sobre todo de media y alta tecnología.

En Latinoamérica, la mitad de las empresas declaran tener dificultades para encontrar a personas con las habilidades laborales adecuadas, la mayor proporción en el mundo. En el ámbito de los préstamos, en una región con fuertes necesidades de financiación de infraestructuras y políticas sociales y bajo ahorro, la renovación de los préstamos que provee el financiamiento de la inversión china resulta importante.

Además, desde hace una década, el nexo financiero entre América Latina y China se ha fortalecido, gracias a inversiones directas en sectores de telecomunicaciones, energía eléctrica, préstamos, tecnologías verdes y tierras. Desde 2010, los préstamos de China a la región acumulan 123 mil millones de dólares, cifra comparable a los otorgados en la región por los tres bancos de desarrollo multilaterales juntos (BID, Corporación Andina de Fomento y Banco Mundial). Además, el aumento de préstamos chinos llegó en un momento de desaceleración en Latinoamérica, particularmente a Brasil y Ecuador. En tiempos económicos difíciles para la región, China está desempeñando un papel estabilizador.

Durante las dos décadas previas a 2010 llegaron a la región alrededor de siete mil millones de dólares de IED desde China; solo en 2010, el flujo estimado de IED china duplicó la cifra acumulada hasta entonces, acercándose a los catorce mil millones de dólares. Sin embargo, casi el 90 % de las inversiones chinas, estimadas entre 2010 y 2014, se dirigió hacia recursos naturales fundamentalmente extractivos o materias primas agrícolas (Villar & Delgado, 2019; CEPAL, 2015).

El papel de la IED y los capitales golondrina, con la deuda multilateral, el envío de remesas de las empresas transnacionales (ET), la inversión de los capitalistas latinoamericanos fuera de Latinoamérica y la fuga de capitales a los paraísos fiscales, sumado al creciente déficit en la balanza comercial, hacen que América Latina sea una exportadora neta de capitales.

Cambiar la forma de inserción de la región en la economía mundial es fundamental si realmente queremos hacer de esta región una zona de desarrollo humano y económico.

En este escenario, es cada vez más importante apostar por inversiones extranjeras que ayuden a cerrar las brechas productivas y sociales de la región. La IED puede ser un factor clave para la transferencia de tecnología y la incorporación de nuevos sistemas de gestión y modelos de negocios que aumenten la competitividad y la productividad. Sin embargo, los efectos positivos de la IED no son automáticos; los resultados, en términos de incorporación de tecnología, promoción de investigación y desarrollo (I+D) y creación de empleo de calidad, han sido, en la mayoría de los casos, inferiores a las expectativas. Por ello es importante revisar y mejorar las estrategias de atracción de IED de los países de la región, para que se orienten más hacia la modernización de la economía y la diversificación de la producción. En esta ruta, las relaciones que la región latinoamericana establezca con los sectores de tecnología y desarrollo de China son claves para generar una matriz productiva que permita encadenar procesos de mayor valor agregado en la región.

### **3. El estadio actual en el marco de la ciencia y la tecnología de América Latina y el Caribe**

Uno de los caminos para comenzar a resolver la situación económica y social de América Latina es cambiar las condiciones de la ciencia y la tecnología en la región. Claro que la situación económica y social es heterogénea en ALC, aunque el desarrollo

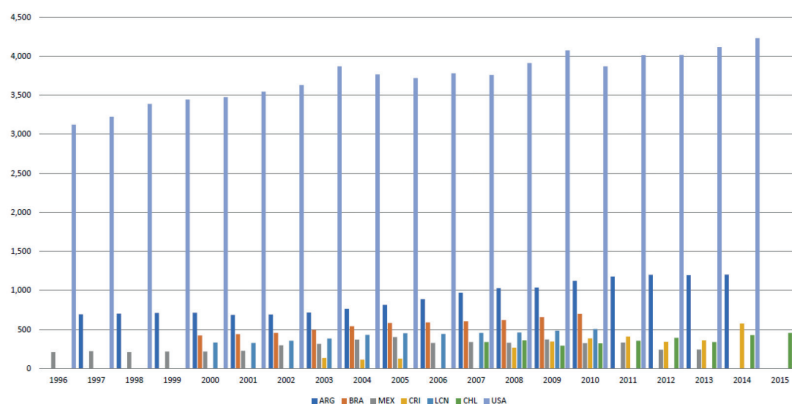
de la ciencia y la tecnología tienen una correlación directa con el desarrollo de las fuerzas productivas y su competitividad; estamos fuera del conocimiento que usan las economías capitalistas de Estados Unidos, Europa, Japón y China.

Existe la necesidad de promover un fuerte desarrollo en las inversiones en la región. China ha mantenido niveles de inversión de entre 40 % y 50 % de su PIB para llegar a donde está; la inversión debe estar acompañada por un desarrollo de fuerzas productivas del sector real de la economía, que incorporen los avances en el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación (Leydesdorff & Wagner, 2009; Zhou & Leydesdorff, 2006).

ALC es una región que sigue primordialmente generando excedentes a partir de exportar materias primas, una política salarial de hambre en la gran mayoría de la fuerza laboral, con una política fiscal cuya fuente principal en cuanto a ingresos tributarios del Estado son los impuestos indirectos y directos que pagan los hogares, mientras las grandes empresas tienen una tributación muy baja; incluso, hay países donde son subsidiadas. Además, son estas empresas las que utilizan mayoritariamente la inversión de los Estados en infraestructura, educación, salud, seguridad, etc. Es el capital el que mayoritariamente recibe estos servicios que le permiten altas generaciones de ganancia en el contexto de un paraíso fiscal.

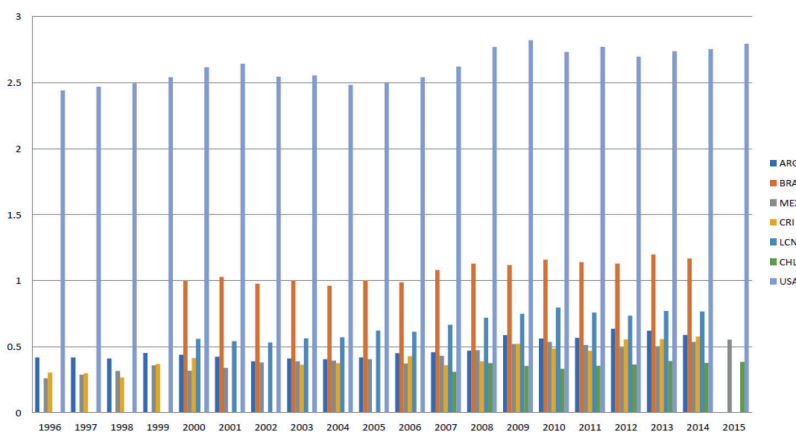
Por un lado, la figura 5 muestra la falta de una red de científicos y de infraestructura en las economías latinoamericanas, que se explica a partir de dos elementos. Por otro lado, la figura 6 muestra la bajísima inversión en ciencia y tecnología en relación al PIB; Brasil es el que más invierte (1.1 %); el resto de países están abajo del 1 %. Pero, por otra parte, mucha de la inversión en este campo está relacionada con una economía de ensamble, más que para un desarrollo de cadenas productivas integradas vertical y horizontalmente.

**Figura 5**  
Investigadores en investigación y desarrollo (por millón de personas)



Fuente: elaboración propia con base en datos de Banco Mundial.

**Figura 6**  
Gasto en I+D (% del PIB)



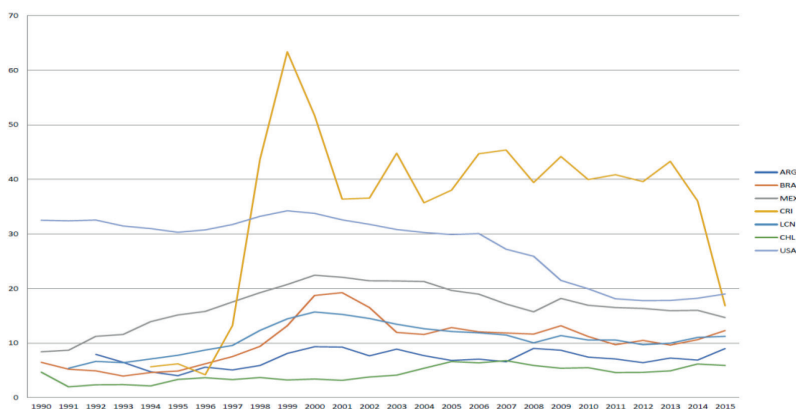
Fuente: elaboración propia con base en datos de Banco Mundial.

Lo anterior se refleja también en el peso de las exportaciones de bienes con alta tecnología. En la figura 7 destacan México y Brasil, aunque son productos ensamblados de transnacionales del

automóvil y otros bienes. El caso de Costa Rica es importante; a partir de la década de 1990 este país entró a la maquila de alta tecnología en las ramas de la salud y otras, pero sorprendentemente disminuyen las exportaciones. Una posible explicación sería que las transnacionales que manejaban este sector productivo migraron hacia países con mejores paraísos fiscales y laborales, esto aun cuando Costa Rica tiene, al igual que todos los países de América Central y el Caribe, un TLC con Estados Unidos y Canadá.

**Figura 7**

Exportación de alta tecnología (% de exportaciones manufacturadas)

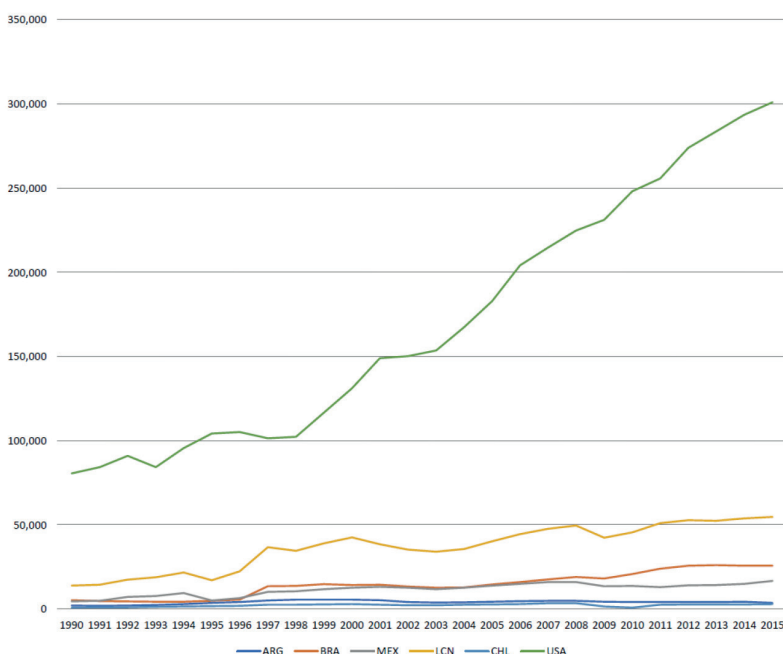


Fuente: elaboración propia con base en datos de Banco Mundial.

Se puede constatar el nivel de desarrollo tecnológico a partir del tema de las patentes. Dos conclusiones, en primer lugar, la figura 7 demuestra el bajísimo nivel de registro de patentes. Toda América Latina y el Caribe presentaron un poco más de 50,000 patentes, contra 300,000 que presentó Estados Unidos, sin mencionar a China que, como ya se dijo, superó la presentación de las 500,000 patentes ese mismo año. Brasil, México y Chile son los que presentan más patentes, pero en una relación bastante marginal en relación a los países que dominan el universo actual de la ciencia y la tecnología (como puede verse en la figura 8), a

pesar de que son las patentes presentadas por los no residentes, llámese las empresas transnacionales radicadas en la región, lo que confirma nuestro planteamiento en cuanto a que las políticas de atracción de la inversión extranjera no han condicionado que dichas firmas trasladen conocimiento y que formen los recursos humanos de la región, cosa que sí hizo China y le permitió iniciar ese empuje tan marcado desde el año 2000 en el desarrollo de la ciencia y la tecnología (CyT) y la innovación.

**Figura 8**  
Aplicaciones de patentes, por no residentes



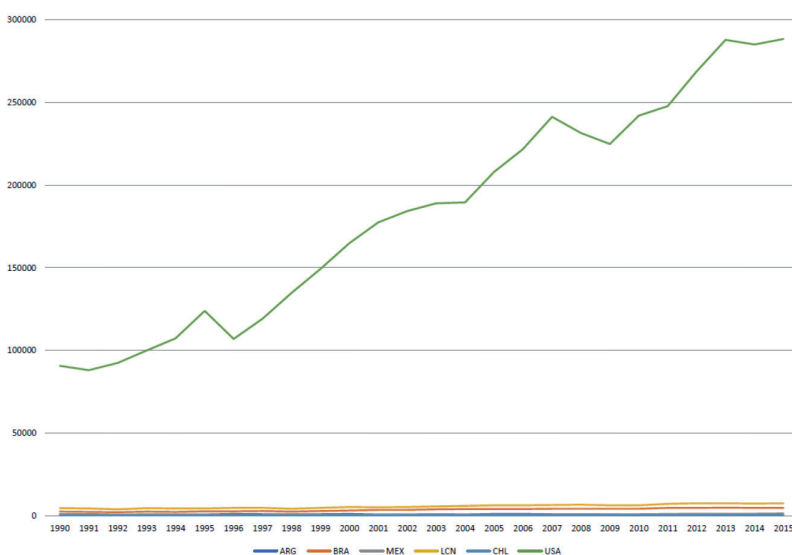
Fuente: elaboración propia con base en datos de Banco Mundial.

Para nuestro análisis, la situación de América Latina es más crítica en el marco de la CyT. Si contemplamos la figura 9, veremos que el desarrollo propio, es decir, de parte de las empresas



y los países latinoamericanos, es prácticamente inexistente en tanto estos sectores carecen de capacidad de presentar patentes por no tener una base científica y tecnológica, que no solo no les permite aportar a la ciencia ni desarrollar nuevas tecnologías, sino que cualquier innovación resulta ser marginal, por lo cual la situación parece crítica.

**Figura 9**  
Aplicaciones de patentes por residentes



Fuente: elaboración propia con base en datos de Banco Mundial.

Por último, es importante tener una idea sobre cómo está el desarrollo de la CyT entre los diferentes países de ALC. Según Lonbardi (2016), para el año 2013 Brasil concentraba un 65.4 % de esta inversión, y otros tres países, Brasil, México y Argentina, un 91.2 %. Lo cual deja claro que, de manera individual, si estos tres países que controlan la mayor inversión no tienen avances importantes, dado el nivel del desarrollo mundial de la CyT, mucho menos lo tendrá el resto de América Latina y el Caribe.

Esto es una razón de fondo para plantearnos que América Latina requiere de una red de ciencia y tecnología y superar los convenios bilaterales, lo cual no significa eliminarlos.

#### 4. La política científico-tecnológica en China

La innovación forma parte del núcleo del XIII Plan Quinquenal de China (2016-2020), que fija los objetivos para que China se convierta en una “nación innovadora” para 2020, en un líder internacional en innovación para 2030 y en una potencia mundial en la innovación científica y tecnológica para 2050 (Fei & Ting, 2017).

El Gobierno chino pretende convertir al país en una potencia científica y tecnológica, aumentando la inversión a 2.5 % del PIB (230 mil millones de dólares de 2015), y destacar en el campo de la investigación. Ya en los años 50 o 60, el gobierno había lanzado un llamado de avance hacia la ciencia y la tecnología; desde aquel entonces, con grandes esfuerzos, se fueron logrando sistemas integrales, tanto de industria como de ciencia y tecnología, y se alcanzó el éxito en distintos rubros. En 2016 China destacó como el principal motor de crecimiento, pues incrementó en un 18.7 % las solicitudes de patentes (al pasar de 928,177 a 1,101,864; OMPI). Asimismo, en los últimos años, la RPCh ha promovido la cooperación internacional en ciencia y tecnología con países desarrollados y en vías de desarrollo (Van Noorden, 2016).

Para visualizar la estrategia actual de China en ciencia y tecnología, ofreceremos puntualmente unos breves ejemplos de los proyectos y avances que están ya en ejecución y que pueden marcar el presente y futuro cercano:

Área espacial: exploración de Saturno, Júpiter, Marte y la Luna. China continuará con su ambicioso programa espacial y este año enviará su quinta misión a la Luna, Chang’e-5, que regresará a la Tierra con una muestra de roca lunar extraída a dos metros de profundidad. Alrededor de Marte seguirá orbitando el satélite TGO de la misión ExoMars de la ESA, que se prepara para lanzar en

2020 un *rover* a la superficie marciana a fin de averiguar si alguna vez pudo haber vida en el planeta vecino. En 2017 también prosigue la misión de la sonda Juno de la NASA, que orbitará Júpiter hasta 2018 e intentará revelar nuevos datos sobre la formación de ese planeta y del Sistema Solar. Viaje a la cara oculta de la Luna y otros proyectos espaciales.

El radiotelescopio más grande del mundo (FAST). Enclavado en un gran cráter natural, este gigante chino está a punto de empezar a respirar. Con 500 metros de diámetro, es el más grande del mundo y comenzará a funcionar en este año 2017.

En lo más profundo de una montaña de granito en la bahía Daya del sur de China, a 300 metros bajo la superficie, científicos estudian una de las partículas subatómicas más extrañas del cosmos: los neutrinos. China está construyendo un observatorio subterráneo, Jiangmen, para observar los neutrinos, este proyecto estará concluido el año 2020. Por otra parte, ha construido un detector de neutrinos, el Daya Bay Neutrino Detector, que mide la tasa de oscilación de estas partículas.

A la caza de la antimateria: varios experimentos indagan en las diferencias entre la materia y la antimateria. El objetivo es averiguar por qué el universo está lleno de materia y no de antimateria, ya que, si ambas existieran en cantidades iguales, las partículas se aniquilarían mutuamente y solo quedaría radiación. China tiene el detector de materia Pandax Dark Matter Detector, el cual está construido a la mayor profundidad en relación con otros laboratorios. El Centro Europeo de Física de Partículas (CERN) es uno de los laboratorios que investiga este asunto, y recientemente logró ver el espectro de luz de la antimateria, en concreto, del antihidrógeno.

El barco gigante que explorará los océanos: en un astillero al sur de Shanghai, está por surgir el nuevo barco para la investigación científica, con el objetivo de entrar a las aguas más profundas por primera vez.

Crispr-Cas9, las tijeras del genoma: la innovadora técnica CRISPR de modificación del genoma seguirá protagonizando titu-

lares en los próximos años, tanto por las posibilidades que ofrece como por las discusiones bioéticas que suscita. Esta técnica permite detectar los genes que se desea modificar gracias a unas guías genéticas y cortarlos mediante unas proteínas llamadas Cas9 que funcionan a modo de “tijeras”. Podría utilizarse en agricultura, para crear cultivos más resistentes a enfermedades, aunque no hay consenso sobre si los productos resultantes deben considerarse organismos genéticamente modificados. También tiene potenciales aplicaciones en la lucha contra el cáncer y otras enfermedades; en 2016 se hizo el primer ensayo clínico en humanos y este año comenzarán nuevas pruebas.

Córneas de cerdo para personas ciegas: la industria porcina es enorme en China, los cerdos son criados para la alimentación, pero ahora hay un nuevo destino para las partes del cerdo que no terminan en la mesa: el tratamiento de las córneas para regresarles la vista a las personas ciegas.

Los misterios del microbioma: Cada vez son más los estudios sobre el microbioma (o microbiota) intestinal y su posible relación con distintas enfermedades. El microbioma intestinal es el conjunto de microbios que habita en los intestinos de los seres humanos y contiene al menos mil especies diferentes de bacterias. Solo un tercio del microbioma es común en la mayoría de las personas, el resto es específico de cada individuo. Los expertos investigan su efecto sobre el desarrollo del cerebro y en la aparición de enfermedades como el cáncer.

Una vacuna contra el Zika: el posible hallazgo de una vacuna contra el Zika sería uno de los avances científicos más importantes de 2017. En pruebas realizadas con monos, varias sustancias ya demostraron ser muy efectivas contra ese virus transmitido por mosquitos y que puede causar daños irreversibles en el desarrollo del cerebro de fetos. Actualmente se está investigando la tolerancia en seres humanos de tres posibles vacunas.

China está desarrollando un plan de inversiones, tanto en su territorio como en EE.UU., para convertirse en el país más importante en “Inteligencia artificial-genómica” (desarrollo de

las tecnologías a escala del genoma), lo cual le permitirá a China desarrollar una capacidad científica avanzada en el diagnóstico temprano y tratamiento de las enfermedades. Lo anterior ya no implica solo estudiar los problemas de nuestro organismo a partir de conocer nuestro genoma y sus mutaciones, sino también conocer el genoma de las enfermedades, las cuales casi todas tienen prácticamente cierta base genética de origen humano; por otra parte, esta área de la ciencia y la tecnología llevará a convertir a China en un líder de la fármaco-genética. Este plan de inversión incluye la creación de grandes bases de datos del genoma humano y las enfermedades.

China creará una ciudad de la ciencia, similar a Silicon Valley, para 2020. La nueva meca científica china estará cerca de Shanghái y contará con alrededor de 700,000 residentes, entre los que habrá científicos, empresarios y profesionales que trabajarán en distintos centros de investigación.

Todo el análisis sobre el desarrollo de la ciencia y la tecnología en China implicaría quitarles gradualmente el monopolio a las transnacionales del conocimiento, lo que, a partir de que en el caso de China es el Estado quien está desarrollando esta capacidad científica y tecnológica, abre de nuevo la posibilidad (que se cerró en los años setenta del siglo pasado) de orientar el desarrollo de la ciencia a partir de los intereses de la humanidad y dejar atrás el paradigma del mercado y la ganancia del capital como el conductor del conocimiento humano.

## **5. El intercambio y la cooperación científica y tecnológica entre China y América Latina y el Caribe**

El intercambio entre ambas regiones data de más de medio siglo, y desempeña un papel cada día más importante en el desarrollo de las relaciones bilaterales. En la actualidad, en un espectro más diversificado e integral, China mantiene el intercambio y la

cooperación científica y tecnológica con más de veinte países latinoamericanos y caribeños de manera bilateral. (Xu, 2015)

La historia del intercambio y la cooperación científica y tecnológica entre China y América Latina y el Caribe se divide en tres etapas: la primera, de 1960 a finales de los años 70; la segunda, de finales de los años 70 a finales de los 90, y la tercera desde el comienzo del siglo *xxi* hasta la actualidad (Hernández, 2019).

Cuba fue el primer país latinoamericano que estableció relaciones diplomáticas con China y también el primero en tener intercambio tecnológico. Ya en noviembre de 1960, China y Cuba firmaron el primer acuerdo de cooperación económica y tecnológica. En los años 60, Cuba fue el único país latinoamericano que tuvo intercambios tecnológicos con China, concentrándose la cooperación científica y tecnológica, principalmente, en el petróleo, la fundición de níquel, la caña de azúcar, el tabaco y los estudios sobre el suelo. En la década del 70, después de establecer relaciones diplomáticas con Chile (1970), México (1972) y Argentina (1972), China comenzó a tener intercambio y cooperación científica y tecnológica con esos países. El 9 de septiembre de 1975, México y China firmaron un acuerdo de cooperación científica y tecnológica entre sus gobiernos.

Desde finales de la década del 70 del siglo pasado, cuando China comenzó a aplicar la política de la reforma y apertura al exterior, hasta finales de los años 90, el intercambio y la cooperación científica y tecnológica entre China y América Latina empezaron a desplegar sus potencialidades.

En la década de 1980, China firmó acuerdos intergubernamentales de cooperación científica con Chile (1980), Argentina (1980), Venezuela (1981), Colombia (1981), Brasil (1982), Perú (1988) y Bolivia (1992). Sin duda, es una etapa importante en la historia de las relaciones chino-latinoamericanas, un viraje en el desarrollo de la cooperación científica y tecnológica. A partir de ese momento, la cooperación científica y tecnológica entre China y América Latina pasó de las industrias tradicionales al ámbito de las nuevas y avanzadas tecnologías. En julio de 1988, China y

Brasil firmaron un acuerdo para el desarrollo conjunto de satélites de observación terrestre y elaboraron el Programa de Satélite Chino-Brasileño de Recursos Terrestres (CBERS). Desde entonces, la cooperación en aviación, satélites, informática y biología se ha convertido en una parte importante de la nueva etapa de la cooperación chino-brasileña.

En 1999, el lanzamiento del primer satélite de observación terrestre desarrollado por China y Brasil marcó el punto de viraje de la relación científica y tecnológica entre China y América Latina. El éxito no solo promovió la cooperación en este ámbito entre China y Brasil, sino que también estimuló a otros países a acelerar la cooperación científica y tecnológica con China.

Con la llegada del siglo XXI, el intercambio y la cooperación científica y tecnológica entre China y América Latina entraron en una nueva etapa. En este periodo, China inició la cooperación con los países de América Central. El 1 de junio de 2007, Costa Rica estableció relaciones diplomáticas con China, primera nación de Centroamérica en hacerlo. El 24 de octubre de ese mismo año, los dos países firmaron convenios de cooperación económica y tecnológica.

En esta etapa, la cooperación científica y tecnológica entre China y América Latina se caracteriza por una mayor integralidad, amplitud, diversidad y multiplicidad de niveles. Debido al desequilibrio en el desarrollo económico y científico, los países de América Latina y el Caribe tienen diferentes necesidades y metas en su cooperación con China.

Desde 2011 China ha desplazado a Estados Unidos como el país en que se presentan más solicitudes de patentes. Para la región de ALC, este fuerte impulso del conocimiento que coloca a China en una posición de liderazgo en ciencia y tecnología, significa un desafío para crear relaciones que permitan una transición de un proceso de lógicas neoextractivistas hacia un enfoque de complementariedad de procesos y sistemas productivos, que compartan la matriz de conocimientos y desarrollen sectores de mayor valor agregado (CEPAL, 2015).

Hasta ahora la relación entre la economía china y la región latinoamericana se ha centrado en el intercambio de materias primas por manufacturas tecnológicas, que implica crecientes costos de transporte y logística. Por lo tanto, una ruta estratégica es la creación de núcleos de desarrollo de ciencia y tecnología que permitan una integración de procesos en ambas regiones. Esto, además de la reducción de costos logísticos y economía de los costos de transacción, crea una posición estratégica en la construcción de bloques económicos en una geoeconomía multipolar.

Para realizar este cambio es necesario un proceso en etapas que, como primer eje, genere desarrollo de capacidades institucionales y humanas para absorber y asumir las nuevas tecnologías y generar capacidades para que América Latina y el Caribe pase al desarrollo de ciencia, tecnología e innovación; este eje puede ser alimentado por programas de becas, estudios e intercambios entre sectores latinoamericanos y chinos. Y de estos grupos, crear clústeres latinoamericanos de conocimiento que formen una red de desarrollo de ciencia y tecnología, que a su vez permita la masificación del conocimiento.

América Latina y el Caribe es una región sometida a las lógicas del capital transnacional. Los flujos de inversión extranjera (IED) han estado marcados por capital especulativo en las bolsas de los países, la IED orientada a la compra de empresas estatales, en las dinámicas de privatización de los Estados, o la compra de empresas ya establecidas con características monopólicas o empresas para la extracción de bienes minerales (petróleo, gas natural, cobre, níquel, zinc, etc.), o para la producción de bienes agrícolas (trigo, piña, plátano, flores, etc.), y en un proceso de endeudamiento con la banca multilateral con el FMI como garante de las inversiones extranjeras, a través de imponer un modelo que garantiza el pago de la deuda y somete a los Estados a que, para garantizar el servicio de la deuda, se reduzcan sus inversiones en el área social e impongan políticas tributarias regresivas.

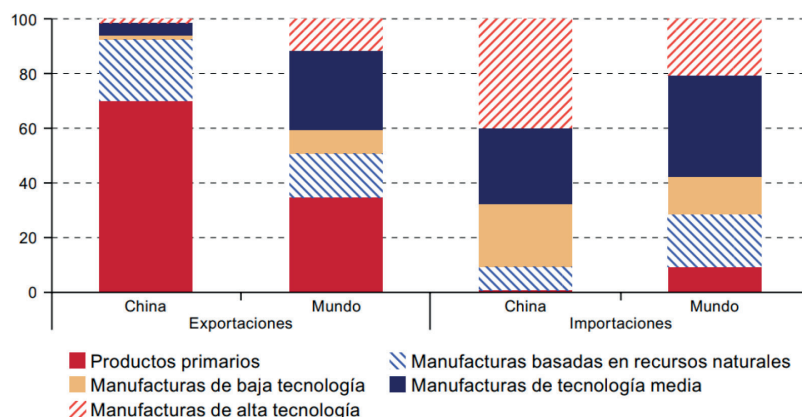
Por otra parte, en el comercio, como podemos ver en la figura 10, se refleja a una región que sigue exportando básicamente



materias primas, sean minerales o agrícolas, hacia la economía capitalista en su conjunto, la cual incluye a China. Más del 90 % de las exportaciones son productos primarios y manufacturas basadas en recursos naturales. Además, estas exportaciones son en su gran mayoría controladas por transnacionales (Villar & Delgado, 2019). En cuanto a las importaciones sí existe una diferencia importante en nuestras relaciones con la economía mundial y China. Con China, entre el 65 % y 70 % de las importaciones son de alta tecnología y tecnología media, lo que nos podría permitir concluir que no son importaciones que desplacen de manera importante la oferta de bienes y servicios producidos internamente. Más bien, lo que parece suceder, es que los productos de China han desplazado en buena medida a las transnacionales norteamericanas y europeas instaladas en el territorio latinoamericano.

**Figura 10**

América Latina y el Caribe: estructura de las exportaciones al mundo y al China, según intensidad tecnológica (en porcentajes, 2015)



Fuente: CEPAL (2016).

### *5.1 El intercambio y la cooperación científica y tecnológica a nivel bilateral*

La cooperación científica entre China y América Latina comenzó el siglo xx, con la República de Cuba, hasta llegar a existir actualmente cooperación bilateral china con 22 países, que cubre diferentes áreas de la ciencia y la tecnología, desde la astronomía, nanotecnología, área de la salud, intercambio de semillas de diferentes cultivos, etc. Sobre la base de la igualdad, el beneficio mutuo y el progreso común, China ha cooperado y realizado intercambios tomando en cuenta las peculiaridades de cada país.

Brasil. En 2003 y 2007, China y Brasil desarrollaron y lanzaron, conjuntamente, dos satélites de observación terrestre, programa considerado ejemplo de la cooperación Sur-Sur. En mayo de 2009, los dos países firmaron un plan de trabajo para la cooperación en ciencia, tecnología e innovación, definiendo las ciencias agrícolas, los recursos agrícolas, la energía renovable, la biotecnología y la nanotecnología como ámbitos prioritarios para la cooperación.

México. China y México cooperan en amplios ámbitos de la economía nacional y en diversas formas. Han intercambiado semillas de trigo, arroz, maíz, sorgo y algodón, entre otros, y han firmado varios acuerdos sobre la cooperación científica y tecnológica, para lo que definieron cientos de proyectos de cooperación. Los amplios intercambios en agricultura, pesca, minería, petroquímica, telecomunicaciones, acuicultura, medicina tradicional, desarrollo rural, desarrollo social y ciencias naturales han logrado buenos resultados, haciendo importantes contribuciones al desarrollo económico de los dos países.

Argentina. China y Argentina sostuvieron ya siete reuniones de la Comisión Mixta de Cooperación Técnica y Científica Argentino-China. En 2004, ambos países firmaron el Acuerdo Marco sobre el Uso Pacífico de la Tecnología del Espacio Ultraterrestre. En febrero de 2006, el Observatorio Nacional de China instaló y reguló el telémetro láser por satélite en la Universidad

Nacional San Juan de Argentina, primer proyecto de cooperación astronómica que China tuvo en América del Sur. De septiembre de 2008 a junio de 2013, el ministro argentino de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, José Lino Barañao, visitó China dos veces. En junio de 2010, el Centro Binacional Argentino-Chino de Ciencia y Tecnología de los Alimentos se fundó en el Instituto de Ciencia y Tecnología del Procesamiento de Alimentos de la Academia de Ciencias Agrícolas de China. En abril de 2013, en cooperación con la empresa china Great Wall Industry Corporation, Argentina puso en órbita un pequeño satélite. En octubre de 2013, la empresa Biogénesis Bagó firmó un contrato con la empresa Hile Bio-Pharmaceutical Shanghai, acordando establecer una base de producción de vacunas contra la fiebre aftosa.

Venezuela, Bolivia y Chile. A finales de octubre de 2008, China ayudó a Venezuela a lanzar el satélite artificial de telecomunicaciones VENESAT-1. A finales de septiembre de 2012, China lanzó el satélite venezolano VRSS-1. El 21 de diciembre de 2013, China lanzó, con éxito, el primer satélite boliviano llamado Túpac Katari. China y Chile han celebrado ya ocho reuniones de la Comisión Mixta de Cooperación Técnica y Científica Chile-China. Durante muchos años, Chile ha ofrecido colaboración a China en su trabajo de investigación en la Antártica. El intercambio y la cooperación en estudios sobre sismología y astronomía marchan viento en popa. En octubre de 2013 se fundó, en Chile, el Centro Conjunto de Investigación Astronómica Chino-Chileno, primero dedicado a la investigación astronómica de China que tiene su sede fuera del territorio nacional.

## *5.2 Un futuro promisorio*

Los siguientes eventos muestran la relevancia de temas ligados a la ciencia y la tecnología para el futuro de ALC (Rubiolo & Baroni, 2019; Sánchez, 2019; Vélez, 2019). El 5 de noviembre de 2008, el Gobierno chino publicó el Documento sobre la Política de China hacia América Latina y el Caribe, declarando que China tenía

ganas de promover el intercambio científico y tecnológico con los países latinoamericanos a través de la comisión mixta de cooperación científica y tecnológica, y el mecanismo de coordinación de alto nivel. El ámbito de los intercambios incluye la tecnología aeroespacial, bioenergética, marina y del medio ambiente. La amplia aplicación de la tecnología de ahorro energético, el tratamiento médico por medios digitales y las pequeñas centrales hidroeléctricas, así como el desarrollo de la capacitación y los servicios, indican la dirección correcta de la cooperación científica y tecnológica entre China y América Latina.

En 2013 y 2014, las dos visitas del presidente chino, Xi Jinping, a siete países latinoamericanos, han promovido, en gran medida, la cooperación científica y tecnológica entre China y los países visitados. En junio de 2013, cuando Xi visitó México, los dos países emitieron una declaración conjunta, indicando que China y México promoverán la cooperación en el desarrollo de energías limpias y renovables, prevención y control de la contaminación del medio ambiente, biotecnología, nanotecnología, prevención de enfermedades infecciosas y la utilización de los recursos hídricos.

En julio de 2014, durante la visita del presidente Xi a Brasil, las dos naciones emitieron una declaración conjunta, indicando que las dos partes aprecian, mutuamente, el progreso que han tenido en la tecnología y la innovación. También destacaron los logros del Centro de Investigación sobre el Cambio Climático y la Innovación de la Tecnología Energética China-Brasil y del Centro de Investigación Conjunta de Nanotecnología China-Brasil, y expresaron su alegría por el comienzo de la preparación del Centro de Biotecnología China-Brasil y del Centro Conjunto China-Brasil de Satélites Meteorológicos. Los dos países acordaron fortalecer el mecanismo de diálogo en innovación científica y tecnológica de alto nivel, y promover el diálogo regular entre universidades, centros de investigación y parques industriales tecnológicos, así como poner en práctica el plan de trabajo en la industria de bambú durante cinco años (2013-2017). Los manda-

tarios de ambas naciones países reiteraron que iban a priorizar la cooperación espacial y que se lanzaría el satélite de observación terrestre CBERS-4 a finales de 2014. China y Brasil enfatizaron la importancia de impulsar y fortalecer los proyectos espaciales de cooperación bilateral y pusieron en valor la cooperación realizada en el marco del plan espacial conjunto con metas de diez años (2013-2022).

El 17 de julio de 2014, el presidente Xi Jinping participó en un encuentro, con significado histórico, que tuvo lugar en Brasil, con los dirigentes de once países de América Latina y el Caribe, y emitió, con ellos, la Declaración Conjunta de la Cumbre de Brasilia de Líderes de China y Países de América Latina, expresando su decisión de fortalecer la cooperación científica y tecnológica chino-latinoamericana, aumentar los programas de intercambio tecnológico y, sobre todo, en los ámbitos de interés común, y apoyar el trabajo del Foro de Innovación Científica y Tecnológica China-América Latina.

## **6. Aspectos fundamentales de unas nuevas relaciones de América Latina y el Caribe con China**

Los países de América Latina y el Caribe deben redefinir su inserción en la economía mundial y darle prioridad a una relación con una sinergia positiva para China y esta región, a partir de tres ejes fundamentales: la inversión, el comercio y el desarrollo de la CyT. Es decir, crear un marco político diplomático que tenga como fundamentos: el desarrollo de los pueblos de China y la ALC, la lucha por la paz mundial, la conservación del planeta y el desarrollo de democracias representativas de los pueblos.

Negociar con China una estrategia regional para implementar una red que desarrolle la ciencia y la tecnología latinoamericana, en una relación de retroalimentación con el desarrollo de esta en China; la política de acuerdos bilaterales para el desarrollo de la CyT debe ser superada, después de 58 años de iniciada la coope-

ración (con Cuba en 1960), América Latina sigue en el último vagón del ferrocarril del conocimiento mundial. Para modificar esta situación debería lograrse un acuerdo para la creación de una Red Chino-Latinoamericana, que, aunque mantenga acuerdos bilaterales, estos estén en marcados en la estrategia regional. Es una forma en que América Latina podría dar un salto importante en el tema del conocimiento, como resultado de que sus economías individualmente son muy pequeñas en comparación con las economías dominantes en el mundo.

Unidos en una sola estrategia, China y los Estados de ALC, se tendrán las economías de escala necesarias para que se dé el desarrollo de la CyT en América Latina. Si no se hace esto, ALC tiene muy pocas posibilidades de entrar a una economía donde el conocimiento sea columna vertebral, dado el desarrollo de la CyT en Estados Unidos, Japón, Europa, Inglaterra y Corea del Sur, que son los que, después de China, manejan el mercado de las patentes y son mediante quienes la región establece sus relaciones con las nuevas tecnologías, fundamentalmente a partir del mercado de bienes y servicios (Beigel, 2019).

Son las empresas privadas, en los ámbitos nacionales o transnacionales de esos países, quienes controlan las redes de desarrollo del conocimiento, y su lógica está marcada por el mercado y las ganancias de los grandes capitales; los intereses de la humanidad y de conservación y desarrollo de la naturaleza, así como del cambio climático, no forman parte de las razones de sus inversiones (UNIDO, 2015).

Las perspectivas de la creación de genomas completos en el plano de la biotecnología sintética, la nanotecnología y la generación de energía con la creación de microorganismos que, además de purificar las aguas negras, generen energía de estas; la generación de energía a partir de la fusión del agua; la salud en cuanto a diagnóstico y producción de medicinas usando la biotecnología sintética, etc., como hasta ahora, han estado bajo el control de manos capitalistas privadas, y esto representa una amenaza para la humanidad. Lo que nos puede salvar es la alianza con

China, dado que su Estado define y controla el conocimiento, lo cual debe ser igual en América Latina. Debemos romper con el modelo neoliberal y sacar al mercado como el que define este campo estratégico para nuestras sociedades y para la humanidad. China, actualmente, ya es una potencia científica y tecnológica, y en el futuro lo será más, es el único país que está combatiendo la lógica capitalista del mercado en el área de la CyT, hacia una visión humana (Kuo, 2017; Hu & Jefferson, 2008).

En el acuerdo con China, América Latina debería negociar una estrategia de manejo de las patentes a partir de los intereses de los pueblos y buscar cambiar el marco legal mundial que emana de la Organización Mundial del Comercio (OMC), dado que este organismo protege fundamentalmente a las grandes empresas transnacionales que controlan las redes de CyT, donde no solo patentan los resultados de este conocimiento, sino hasta los procesos para la concreción de las nuevas tecnologías y la innovación. Los esquemas nacionales de investigación están sometidos a este marco de la OMC y en nuestros países los pocos avances tecnológicos se ven sometidos a grandes bloqueos. Además, este mecanismo de patentes controla los bienes y servicios del sistema mundial del conocimiento e impone en los países su consumismo, que ha llevado al deterioro de las ya débiles estructuras productivas de nuestros países, lo que hace, además, que parte importante de la riqueza que se produce se vaya para los países que controlan la ciencia y la tecnología a través de las patentes y las regalías que se debe pagar por ellas y las marcas.

América Latina debe negociar con los países miembros su incorporación a los BRICS y su incorporación a toda la estrategia planteada por China en la llamada Ruta de la Seda y la estructura de financiamiento paralela al sistema financiero global capitalista (el Fondo Económico de Inversión de la Ruta de la Seda, patrocinado por Beijing, con un fondo de 50 mil millones de dólares, y el Banco Asiático de Inversión e Infraestructura, el Banco de desarrollo de China y el Banco de Exportación e Importación de China). Podemos entrar en la esfera del sistema financiero

de China con el yuan, como ya lo están haciendo las grandes transnacionales del mundo capitalista y sus sistemas financieros (Arias, 2003; Cjesnais, 1994). El Fondo Monetario Internacional y la banca multilateral creados en el marco de Bretton Woods nos han demostrado que solo han servido para que la región financie a las economías de Estados Unidos y Europa.

La región debe renegociar todos los tratados de libre comercio que tenga con Estados Unidos, Europa o cualquier otro país desarrollado, y hacer que estos tratados tengan los mismos principios de las relaciones a negociar con China, donde se reconozcan las asimetrías, la autodeterminación de los pueblos, el control sobre sus recursos naturales renovables y no renovables y los derechos humanos, así como la conservación del planeta. En los tratados y en las leyes internas de cada país, sobre inversión, debería incorporarse la estrategia que China implementó para atraer la inversión extranjera, conectando esta al desarrollo de las fuerzas productivas en el contexto de los avances actuales de la CyT y el respeto a los derechos laborales, así como atraer tecnologías limpias y productos inocuos; esto también debe ser parte de los TLC con los países desarrollados.

## 7. Reflexiones finales

Actualmente, América Latina se posiciona como un proveedor de materias primas para los procesos productivos del país asiático. De entre los principales aportes que se deben aprovechar de la relación entre China y ALC destaca la incorporación del conocimiento y las nuevas tecnologías. Es necesaria una estrategia de cooperación para el desarrollo del conocimiento que genere un proceso de sinergias de integración de cadenas de valor entre América Latina y China.

El capitalismo de Estado en China es una realidad, y el resurgimiento de los Estados de América Latina en una alianza con China puede permitir que pasemos al posneoliberalismo, pues



la ideología neoliberal nos ha negado el conocimiento y lo ha convertido en mercancía inalcanzable para pueblos marginados. Se presenta nuevamente la oportunidad de orientar el desarrollo de la ciencia a partir de los intereses de la sociedad y dejar atrás el paradigma del mercado y la ganancia del capital como el único conductor del conocimiento humano.

Un listado indicativo de los ejes que deberían darle forma a la estrategia y los programas de investigación y desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación. Los posibles impactos de las áreas o ejes a desarrollar incluyen: 1. seguridad alimentaria, 2. energía, 3. tecnologías de la información y telecomunicaciones, 4. inteligencia artificial, 5. nanotecnología, 6. medicina y, 7. genética. El desarrollo completo de cada una de estos ejes podría requerir mayor investigación, lo que se busca es dimensionar estas siete áreas para obtener una visión de hacia dónde va la CyT y cómo esto debe servir para que la cooperación entre China, América Latina y el Caribe incluya la definición de una visión para el próximo siglo, previendo sus impactos positivos y negativos.

## 8. Referencias

- Arias, S. (2003), *Mundialización y las dos Globalizaciones*, El Salvador, Editorial e Imprenta Universitaria, Universidad de El Salvador.
- Banco Mundial (s/f). Disponible en: [databank.bancomundial.org](http://databank.bancomundial.org).
- Beigel, F. (2019), “Las relaciones de poder en la ciencia mundial. Un anti-ranking para conocer la ciencia producida en la periferia”, *Inmanencia. Revista del Hospital Interzonal General de Agudos (HIGA) Eva Perón*, 7(1).
- CEPAL (2015), *América Latina y el Caribe y China. Hacia una nueva era de cooperación económica*, Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- (2016), *Relaciones económicas entre América Latina y China. Oportunidades y desafíos*, Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- Chesnais, François (1994), *La mondialisation du capital*, París, Francia, Syros.

- Fei, Yu & Qu Ting (2017), “China apuesta por la innovación científico-tecnológica”. Disponible en: [http://spanish.china.org.cn/science/txt/2017-10/06/content\\_41693522.htm](http://spanish.china.org.cn/science/txt/2017-10/06/content_41693522.htm).
- Hernández, E. (2019), “China-Latin America and the Caribbean Relationships: History, Aspects and Implications”, *Sinología Hispánica*, 7(2), pp. 65-88.
- Hosono, Akio (2017), *Asia-Pacific and Latin America. Dynamics of Regional Integration and International Cooperation*, Santiago de Chile, United Nations Publications, ECLAC.
- Hu, Albert G. Z. & Gary H. Jefferson (2008), “Science and Technology in China”, en *China’s Great Economic Transformation*, pp. 286-336.
- Kaku, Michio (1998), *Visions: How Science Will Revolutionize the Twenty-First Century*, Gran Bretaña, Oxford University Press.
- Kostoff, R. N. (2008), “Comparison of China/USA Science and Technology Performance”, *Journal of Informetrics*, 2(4), pp. 354-363.
- Kuo, Mercy A. (2017), “The Great US-China Biotechnology and Artificial Intelligence Race”. Disponible en: <https://thediplomat.com/2017/08/the-great-us-china-biotechnology-and-artificial-intelligence-race/>.
- Leydesdorff, L. & C. S. Wagner (2009), “Indicadores macroeconómicos de las relaciones entre la financiación de la investigación y los resultados de la investigación”, *Journal of Informetrics*, 3(4).
- Lonbardi, Varina (2016), “Ciencia y Tecnología en América Latina”. Disponible en: <http://www.unsam.edu.ar/tss/la-evolucion-de-la-ciencia-en-america-latina/>.
- Masood, E. (2019), *All Roads Lead to China*, pp. 20-23.
- Naciones Unidas (2019), *International Trade Statistics Yearbook. United Nations*, Nueva York, Department of Economic and Social Affairs, Statistics Division.
- OMPI (s/f), Organización Mundial de la Propiedad Intelectual. Disponible en: <https://www.wipo.int/>.
- Romer, David H. (2019), *Advanced Macroeconomics*, 5ª ed., McGraw-Hill.
- Rubiolo, F. & P. A. Baroni (2019), “El Este de Asia como socio de América Latina: implicancias económicas y sociales de una inserción asimétrica en los casos de Chile y Argentina”, *PORTES, Revista Mexicana de Estudios sobre la Cuenca del Pacífico*, 13(25), pp. 7-32.
- Sánchez, G. A. (2019), “Impacto económico de China en Panamá. Un análisis prospectivo”, *Tareas*, (161), pp. 75-83.
- UN-COMTRADE (s/f), Base de Datos Estadísticos de las Naciones Unidas sobre el Comercio de Productos Básicos (COMTRADE). Disponible en: <https://comtrade.un.org/>.

- UNIDO (2015), *Industrial Development Report 2016: The Role of Technology and Innovation in Inclusive and Sustainable Industrial Development*, Viena, UNIDO.
- Van Noorden, Richard. (2016), "China by the Numbers". Disponible en: <http://www.nature.com/news/china-by-the-numbers-1.20122>.
- Vélez, R. (2019), "Las economías de la zona del Caribe en el contexto de la Revolución Tecnológica", *Études caribéennes*, (42).
- Villar, F. J. V. & D. L. Delgado (2019), *Minería, movimientos sociales y la expansión de China en América Latina. Desafíos*.
- Wilsdon, J. (2007), "China: The Next Science Superpower?", *Engineering & Technology*, 2(3), pp. 28-31.
- Xu, Shicheng (2015), "Desarrollo común con ciencia y tecnología". Disponible en: [http://www.chinatoday.mx/eco/clae/content/2015-01/22/content\\_664879.htm](http://www.chinatoday.mx/eco/clae/content/2015-01/22/content_664879.htm).
- Zhou, P. & L. Leydesdorff (2006), "The Emergence of China as a Leading Nation in Science", *Research Policy*, 35(1), pp. 83-104.



## CAPÍTULO 7

### LA MODA, ¿ARMADURA O ESPADA? TRABAJO INFANTIL EN LA INDUSTRIA DE LA MODA EN MÉXICO

LEONARDO A. GATICA ARREOLA

PATRICIA MURRIETA CUMMINGS

#### 1. Introducción

Una de las frases que ha trascendido en la industria de la moda es la de Cunningham, quien dijo: “*La moda es la armadura para sobrevivir a la realidad del día a día*”. En este trabajo argumentamos que para las víctimas de trabajo infantil y forzado la moda ha sido la espada que ha permitido su existencia y no una armadura que lo proteja. A pesar de los intentos a nivel internacional por erradicar el trabajo infantil y forzado en la cadena de suministros de la industria de la moda, la presencia de niños que trabajan sigue siendo una constante en algunos estados del país.

Esto se debe en parte a las transformaciones que se han dado en el mercado laboral, las cuales han llevado a estrategias de empleo que no son necesariamente positivas para los trabajadores. Ha aumentado el uso de mano de obra temporal, se han reducido los salarios y extendido la jornada de trabajo; la subcontratación ha permitido la minimización de las inversiones en materia de salud y seguridad en el trabajo (OIT, 2016), con lo que se ha incrementado la carga social de los trabajadores. Esto ha permitido una mayor participación de niños y niñas en distintos

sectores, incluido el sector manufacturero de prendas de vestir y calzado.

En este trabajo analizamos la relación entre trabajo infantil y las transformaciones en la industria de la moda en México. Partimos de una descripción general sobre los cambios en la cadena de suministros, con el fin de contextualizar los cambios que permiten la coexistencia del trabajo infantil y una política de tolerancia cero. Con el fin de dar una mejor idea sobre la magnitud del problema, utilizamos datos de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo 2017 para describir el trabajo que realizan los menores en la industria de la moda en México.

Una vez planteado el problema, analizamos algunos de los procesos que han permitido la contratación de menores: el crecimiento de las redes de producción, la proliferación de los talleres pequeños y la informalidad. En una segunda parte planteamos algunos de los efectos que dichos procesos han tenido. A manera de conclusión, discutimos la incapacidad que se ha experimentado para frenar el trabajo infantil en un contexto de tolerancia cero.

### *Metodología*

El estudio se basa en más de 100 entrevistas con dueños de maquilas, trabajadores en diversas áreas, algunos miembros de sindicatos y de organizaciones no gubernamentales expertos en trabajo infantil y condiciones laborales, y con niños que trabajan en maquilas que forman parte de la cadena de suministros de la industria de la moda en México. El trabajo de campo se concentró en cinco estados de la República: Jalisco, México, Puebla, Querétaro y Guanajuato; los cuales se eligieron a partir del análisis de la concentración de trabajo infantil y de las maquilas que se dedican a la industria del vestido y el calzado.

Se visitaron 61 empresas formales e informales en dichos estados. Por cuestiones de confidencialidad no se utilizan nom-

bres de las personas, y cuando estos se mencionan no son los nombres reales.<sup>18</sup>

### *El trabajo infantil y forzado*

Se considera trabajo forzado a la actividad que se realiza de manera involuntaria y bajo coerción. Es producto de la intimidación o de medios más drásticos, tales como la acumulación de deuda, la retención de documentos legales o bajo la amenaza de ser denunciado ante migración (cuando se trata de población migrante; ILO, 2014). El trabajo infantil puede ser una forma de trabajo forzado o la respuesta de un menor ante su deseo de trabajar. Aun cuando el trabajo no es forzado, las condiciones de trabajo o la edad de los niños pueden hacer que este sea ilegal.

Aunque México no ha ratificado el Convenio sobre la Edad Mínima (Convenio 138), la Ley Federal del Trabajo prohíbe el empleo de niños entre catorce y dieciséis años de edad que no hayan completado su educación obligatoria; por lo que ningún menor con secundaria incompleta debería de estar trabajando. Las únicas excepciones tienen que ver con casos en que la autoridad competente considere que hay compatibilidad entre los estudios y el trabajo (art. 22, Ley Federal del Trabajo, Cámara de Diputados, 2006); por lo que trabajar un par de horas deshebrando pantalones en su propia casa, al salir de la escuela, no es considerado trabajo infantil.

Sin embargo, cuando un menor tiene que cargar los bultos de pantalones de mezclilla, aun cuando sea en sus tiempos libres, sí se considera actividad no deseada. El artículo 175 de la Ley Federal del Trabajo, en los incisos V y VI, menciona que un menor de dieciséis años de edad no puede trabajar en actividades peligrosas e insalubres y realizando actividades que sobrepasen sus fuerzas o que puedan inhibir o retrasar su desarrollo físico normal. El

---

18 Es importante subrayar que todas las entrevistas se realizaron bajo consentimiento informado y siguiendo la normatividad en la materia.

artículo 176 define, en términos generales, las actividades peligrosas e insalubres que no pueden ser realizadas por niños, y básicamente hace referencia a las actividades que se realizan en lugares donde el aire pudiera estar contaminado por sustancias tóxicas o donde se utilicen materiales tóxicos como componentes principales; cualquiera de los cuales pudiera tener un efecto negativo en el desarrollo mental y físico y, por lo tanto, poner en riesgo su salud y bienestar. Por ello, el trabajo en la fabricación de telas, el lavado y raspado de mezclilla, el ensamblado de ropa en espacios mal ventilados y por muchas horas, el planchado y el repartido de ropa, entre muchas otras, son actividades que no deben realizar los menores.

La duración de la jornada laboral también ayuda a diferenciar lo que es de lo que no es trabajo infantil. La Ley Federal del Trabajo estipula que todos los individuos menores de dieciséis años deben trabajar un máximo de seis horas a dividirse en dos periodos de tres horas (art. 177); deben descansar al menos una hora después de cada tres horas, y no se les permite trabajar horas extra (art. 178). El artículo 180 estipula que el tiempo de trabajo deberá organizarse de tal modo que los niños puedan cumplir con sus actividades escolares.

No obstante, aun cuando la legislación lo prohíbe y cuando se han tratado de implementar distintos mecanismos para reducir el trabajo forzado e infantil, la Organización Internacional del Trabajo (OIT) estima que existen casi 21 millones de personas víctimas del trabajo forzoso; en su mayoría mujeres y niñas explotadas por individuos o empresas privadas en el sector servicios, en la agricultura, la construcción, la manufactura y el entretenimiento (ILO, 2016). Dado que el trabajo infantil y el forzado impiden garantizar el respeto a los derechos humanos, son considerados formas de trabajo no deseadas y, por lo tanto, formas que se deben erradicar.



## 2. La industria de la moda en México

La industria de la moda ha ido evolucionando de tal manera que hoy en día genera mayores presiones a las empresas para producir rápido y a bajo costo. Las principales ganancias vinculadas con esta industria tienen que ver con la posibilidad de estar a la vanguardia en el diseño y la comercialización de prendas de vestir y calzado. En México, se ha definido en gran medida por la relación geográfica con Estados Unidos y por las imposiciones del mercado a nivel internacional.

Se considera como industria de la moda a toda aquella industria dedicada a la producción de prendas de vestir, adornos y complementos. Hace referencia tanto al diseñador individual que produce para una clientela pequeña (alta costura) como a la fabricación de ropa en mayor escala. La llamada “moda rápida” o “*fast fashion*” hace referencia a un modelo de negocio que surgió en respuesta a la creciente producción de ropa casual, barata, impuesto por tiendas que venden ropa en grandes volúmenes a menor precio.

Este modelo de negocio busca producir para un consumo masivo y constante. Responde a las demandas del consumidor proporcionando nuevas tendencias de moda en ciclos cada vez más cortos; la moda rápida impone más de dos temporadas —primavera/verano y otoño/invierno—, produciendo entre cuatro y ocho colecciones al año que no duran en los aparadores mucho tiempo. Una sustitución constante de productos busca reforzar la necesidad de consumo: si no lo compras hoy probablemente mañana ya no esté disponible.

Su ciclo de producción es rápido y económico, de lo contrario no puede ser exitoso.

Para poder ser parte de la moda rápida es necesario contar con la posibilidad de lanzar una línea de ropa en poco tiempo: por ejemplo, en uno o dos meses o en pocos días (Oxfam, 2004).

Desde la década de los 90, México se convirtió en uno de los proveedores de ropa más importantes de Estados Unidos

(Besusán, 2007). Si bien en las últimas décadas ha disminuido en importancia por la competencia de países como China, Vietnam, Bangladesh, Indonesia e India, aún se mantiene como el principal exportador de América Latina (Comisión de Comercio Internacional de Estados Unidos, USITC, 2017). Actualmente, es el sexto país más importante en materia de exportaciones totales a Estados Unidos.

### *La cadena de suministros en la industria de la moda*

La producción en la industria de la moda se basa en la conformación de cadenas globales de valor (CGV), que resultan de la vinculación entre trabajadores y consumidores a través de redes de producción y comercialización que se establecen a nivel mundial. Estos eslabones se establecen en función de los suministros necesarios para la producción del valor agregado (Gereffi, 1994). La red puede estar conformada por detallistas, comercializadores y fabricantes de marca que mandan a producir en lugares distintos a su lugar de origen (Gereffi, 2001). La relación que se establece en estas redes puede ser directa entre el comprador y quien maquila, o indirecta, a través de intermediarios o submaquilas. Independientemente de cómo se dé la relación, esta es siempre asimétrica.

Los tiempos de producción se definen del lado de la demanda, al igual que parte de los costos y la calidad de la producción; lo que define en gran medida las condiciones de trabajo y las desigualdades entre el pago de mano de obra y el costo del producto. Dependiendo de la necesidad y las condiciones que enfrentan quienes producen, pueden darse más o menos asimetrías (Kaplinsky, 2000).

En términos simples, la cadena de suministros inicia con la obtención de la materia prima y termina con el producto que llega al consumidor. A lo largo de dicha cadena el valor puede generarse a partir de: 1. la generación de conocimiento para el desarrollo de la industria, 2. el diseño, 3. la tecnología y logística para la producción, y 4. de la mercadotecnia o construcción de

una marca o la entrega de servicios (figura 1). El diseño, la creación de la marca o la comercialización son las actividades que más valor adquieren en la cadena (Bair y Gereffi, 2003).

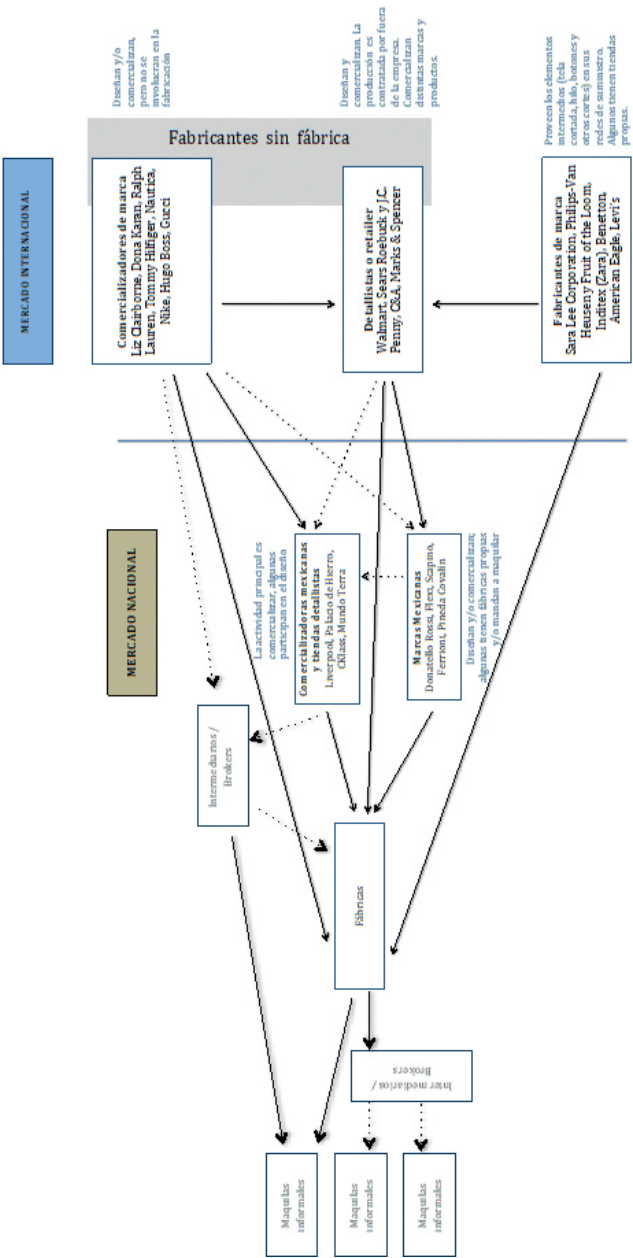
La participación de México en las cadenas de valor se sustenta principalmente en la exportación de bienes finales producidos a partir de insumos importados, con escasa incorporación de valor nacional. Esta es una desventaja, ya que la producción es una de las actividades que provee menor valor agregado y, por lo tanto, permite un margen menor de ganancia.

El pequeño margen de ganancia aunado a un aumento de la competencia en la producción ha causado un aumento en las asimetrías que se generan. Ante la necesidad de ser más competitivos, los proveedores buscan mecanismos para reducir costos. Dado el reducido margen de ganancia que permite la producción, para algunas empresas la forma de subsistir es a través de la contratación de pequeños talleres o trabajadores que realizan las actividades desde su hogar. Esto, sumado a los costos que tiene la formalidad en México, ha dado lugar a un incremento en las asimetrías al permitir el surgimiento de intermediarios que facilitan el trabajo de maquilas informales e incrementan la subordinación de estas a las demandas del mercado. De manera similar, fabricantes por paquete han pasado a conformarse como intermediarios o comercializadores de marca sin fábrica, lo que ha permitido que en lugar de obtener sus ingresos principalmente de la producción, hoy en día lo obtengan de la comercialización.

### *La industria de la moda en México*

Desde la década de los 90, México se convirtió en uno de los proveedores más importantes de Estados Unidos (Besusán, 2007). Marcas como C&A, GAP, Levi Strauss, Vanity Fair, o tiendas departamentales como JCPenny, Target, Walmart o Sears, entre muchas otras, encontraron en México un nicho para la producción de ropa a bajo precio; la cercanía con la frontera sur de Estados Unidos y las concesiones arancelarias otorgadas (Bair y Gereffi, 2003) per-

Figura 1  
Redes de producción y características de las empresas que conforman la cadena de suministros



Notas:

- Las flechas con línea continua representan relaciones primarias; las flechas con líneas discontinuas representan relaciones secundarias.
- Los vendedores al detalle, los comercializadores de marcas y los comerciantes requieren suministros de paquete completo de las fábricas situadas en otros países.
- Los fabricantes de marcas embarcan piezas para ensamblar en el extranjero y vuelven a exportar al mercado nacional del fabricante.

Fuente: Adaptado de Gereffi, 2001

mitieron que aun cuando la mano de obra es más barata en otros países, México fuera atractivo para la instalación de maquilas de exportación (Comisión de Comercio Internacional de Estados Unidos, 2017).

Sin embargo, en las últimas dos décadas se han ido perdiendo las ventajas competitivas que la cercanía con Estados Unidos genera; la apertura comercial y los cambios en los aranceles para la exportación (OCDE, 2006) han permitido que países como China o Vietnam ocupen los primeros lugares en exportaciones totales a Estados Unidos, dejando a México en sexto lugar (Comisión de Comercio Internacional de Estados Unidos, 2017).

Esto, aunado a la necesidad de reducir los tiempos de producción, en un contexto de creciente conflicto (Red Solidaria de Maquila y Comisión de Derechos Humanos del Valle de Tehuacán, 2004), generó que en algunos estados empezaran a cerrar grandes empresas maquiladoras.

A pesar de las dificultades enfrentadas, en 2006 la industria textil y del vestido siguió representando la cuarta actividad manufacturera del país y, a partir de 2009, comenzó a recuperar su capacidad de producción. Sin embargo, la estructura de la industria no fue la misma. Actualmente, en los censos económicos se estima la existencia de 30,876 empresas dedicadas a la fabricación de prendas de vestir; pero el número de personal ocupado disminuyó de 444,020 a 344,950, y la proporción de empresas grandes pasó de 3.8 % en 1999 a 1.5 % en 2016 (Censos Económicos, Serie Datos históricos, INEGI, 2014). Actualmente, esta industria se concentra en siete estados principales: Yucatán, Puebla, Estado de México, Guanajuato, Oaxaca, Jalisco y Ciudad de México.

### **3. El trabajo infantil en la industria de la moda en México**

Según datos de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo, se estima que en el primer trimestre de 2017 había 6,999,344 personas mayores de doce años trabajando en la fabricación de

prendas de vestir; 145,055 en la producción de insumos textiles y acabado textil, y 343,172 en la manufactura de zapatos y otros objetos de piel.<sup>19</sup> Por lo tanto, podemos estimar que en dicho periodo había cerca de un millón de personas participando en la cadena de suministros de la industria de la moda en México, de las cuales al menos 41,463 eran menores de dieciocho años.

Según datos del Módulo de Trabajo Infantil 2015 (MTI, 2015), el 60 % de los niños de entre doce y diecisiete años de edad que trabajan en estos sectores, lo hacen en la fabricación de prendas de vestir; 29 de cada 100 lo hacen en la producción de objetos de piel —incluidos zapatos—, y el resto participa en la producción de insumos textiles. La diferencia en la cantidad de niños que trabajan en la producción de insumos con respecto a los que participan en la fabricación de prendas de vestir o productos y calzado de piel, se debe en gran medida al nivel de industrialización de cada uno de los sectores y a la existencia de un mayor número de talleres informales en la industria del vestido y el calzado que en la producción de insumos.

La mayoría de los niños inicia deshebrando o marcando ropa, y cuando logran adquirir experiencia se les permite trabajar en las máquinas. Para los niños que trabajan en la industria del zapato, las actividades más sencillas son el pegado de la suela y algunos acabados. A pesar de que son menos los niños que trabajan en la elaboración de calzado, se estiman más de 19,000 niños y niñas trabajando en esta industria.

El 50 % de la industria de la moda se produce en cuatro estados principales: Guanajuato, México, Puebla y Jalisco; aunque la

---

19 Es importante mencionar que la ENOE no permite identificar claramente a la industria del calzado. La producción de objetos de piel es lo más cercano a la manufactura de zapatos, pero solo incluye calzado de piel, lo que deja fuera el calzado realizado con tela, plástico o cualquier otro tipo de material. Solo incluye huaraches y zapatos de piel e incorpora la fabricación de bolsas y cinturones. Dejamos el dato porque estos objetos son considerados parte de la industria de la moda y consideramos que es el dato más cercano que se tiene a lo que es la industria del calzado en México; no obstante, por esta misma razón más adelante nos limitaremos a hablar de la industria de la confección de ropa y de la fabricación textil.

industria de la confección se concentra en los estados de México, Puebla, Hidalgo y Distrito Federal (ENOE, 2017).

La mayor concentración de menores se da en la industria de la confección; y aunque en su mayoría son mayores de quince años, sí hay niñas y niños menores de doce trabajando (MTI, 2015; ENOE, 2017). El trabajo infantil en la manufactura de hilos, telas y botones es prácticamente inexistente; la mayoría trabaja en la confección de calzado y vestido.

Los estados con mayor presencia de niños que trabajan son Puebla, México, Tlaxcala, Guanajuato, Hidalgo y Jalisco; en estos estados se ubican el 83 % de los niños que lo hacen.

La mayoría de los hombres trabajan en talleres que se localizan en ciudades de menos de 2,500 habitantes, en las cuales la probabilidad de que existan talleres informales es mayor. Generalmente, el trabajo se realiza sin recibir un pago; especialmente en la confección de ropa, donde los más pequeños suelen ayudar quitando las hebras de la ropa o agrupando las piezas que otros van uniendo. INEGI estima que más del 25 % de los hombres que trabajan no recibe un pago por sus labores (ENOE, 2017).

En general, las condiciones de trabajo no responden a lo estipulado en la Ley Federal del Trabajo. El promedio de pago es de catorce pesos la hora, aproximadamente 2,329 pesos mensuales; la mayoría gana entre uno y dos salarios mínimos. Muy pocos tienen acceso a seguridad social, a pesar de que 53 de cada 100 enfrenta una jornada de trabajo de más de 35 horas. Esto tiene que ver con el hecho de que más del 50 % de los establecimientos donde trabajan los menores son microempresas; especialmente para el caso de las mujeres: siete de cada diez trabajan en un taller de no más de seis personas, incluido el dueño. Por lo mismo, muy pocos cuentan con prestaciones salariales y 66 de cada 100 carecen de contrato. Aun así, es de llamar la atención que se estima que el 14 % de los menores que trabajan en este rubro, lo hacen en establecimientos grandes.

Algo muy similar sucede en la industria del calzado. Prácticamente la mayoría de los niños son subordinados, aunque en este

caso la proporción de menores que no reciben pago por su trabajo es menor (3.1 %). Tampoco cuentan con seguro social y a pesar de que a la mayoría se les paga, sus salarios son en promedio menores que los de quienes elaboran productos de vestir. Según estimaciones del INEGI, el 88 % de las personas menores de dieciocho años que trabajan en la producción de objetos de piel, incluidos zapatos, ganan dos o menos salarios mínimos, y sus jornadas de trabajo son más largas; más del 77 % trabaja más de 35 horas a la semana. Al igual que en la manufactura de ropa, 50 de cada 100 trabajan en establecimientos muy pequeños. La mayoría no tiene contrato; solo el 2.4 % reportó tener un contrato de base, planta o por tiempo indefinido (ENOE, 2017).

Tanto en la manufactura de ropa como de calzado, los niños y las niñas trabajan en condiciones que pueden considerarse no deseadas. Además de dejar sus estudios, muchos de ellos pasan horas parados o en posiciones que perjudican su desarrollo físico. Tanto los niños como los adultos saben que no deberían estar trabajando; sin embargo, en algunos lugares les es fácil hacerlo.

### *Tolerancia cero*

A partir del derrumbe del Edificio Rana Plaza en Bangladesh, el cual cobró la vida de cientos de mujeres y niños que trabajaban en condiciones no deseadas, se generó un movimiento internacional de cero tolerancia al trabajo infantil y forzado en todo el mundo (Murrieta, 2018).

Muchas empresas empezaron a exigir nuevas condiciones de trabajo en sus maquilas y poco a poco fueron extendiendo la vigilancia de las cadenas de suministro. Se implementaron políticas restrictivas en materia de contratación de niños menores de dieciocho años y se implementaron políticas con el fin de garantizar mejores condiciones de trabajo. Este movimiento llegó a México a través de las grandes marcas transnacionales, las cuales empezaron a exigir una mayor vigilancia en las cadenas de suministro.



Implementaron auditorías a nivel de maquila y submaquila, y exigieron no submaquilar sin autorización expresa de las marcas.<sup>20</sup>

El miedo de perder contratos con las grandes corporaciones llevó a muchos maquileros a cumplir con las reglamentación. Esto generó que en un inicio disminuyera de manera importante el trabajo infantil y forzado; especialmente en las maquilas formales. No obstante, durante el trabajo de campo observamos la presencia de niños en maquilas que producen para empresas que mantienen una política de cero tolerancia e identificamos una serie de factores que lo facilitan.

#### **4. Factores que facilitan el trabajo infantil en la cadena de suministros de la industria de la moda en México**

Tanto los datos de la ENOE como del Módulo de Trabajo Infantil permitieron identificar la presencia de niños que trabajan en la industria de la moda. A partir del trabajo de campo y de entrevistas con dueños de maquilas, personas que trabajan en talleres, menores y familias que se dedican a la producción de ropa y calzado, entre muchos otros, encontramos una serie de factores que desde la estructura de las relaciones de producción facilitan el trabajo que realizan los menores.

---

20 Adidas, Guía Laboral, 2010, disponible en: [https://www.adidas-group.com/media/filer\\_public/2013/07/31/guidelines\\_on\\_employment\\_standards\\_spanish.pdf](https://www.adidas-group.com/media/filer_public/2013/07/31/guidelines_on_employment_standards_spanish.pdf); C&A, Código de conducta para proveedores, 2017, disponible en: <http://www.cyamoda.com/codigo-conducta>; The Walt Disney Company, Código de conducta para fabricantes, 2007, disponible en: [https://ditm-twdc-us.storage.googleapis.com/2015/11/Spanish\\_Universal\\_5771\\_coc\\_w\\_En\\_template.pdf](https://ditm-twdc-us.storage.googleapis.com/2015/11/Spanish_Universal_5771_coc_w_En_template.pdf); Gap INC., Code of Vendor Conduct, 2016, disponible en: [http://www.gapinc.com/content/dam/gapincsite/documents/CodeofVendorConduct\\_FINAL.pdf](http://www.gapinc.com/content/dam/gapincsite/documents/CodeofVendorConduct_FINAL.pdf); H&M Group, 2016, disponible en: <https://about.hm.com/en/sustainability/sustainable-fashion/working-conditions.html>; Levi Strauss & co., 2013, disponible en: <http://levistrauss.com/wp-content/uploads/2016/03/LSCO-Sustainability-Guidebook-2013-December.pdf>; DKNY, disponible en: <https://www.dkny.com/us/california-sb>; Nike, disponible en: [http://s3.amazonaws.com/nikeinc/assets/34716/Nike\\_CoC\\_Spanish\\_LA\\_original.pdf?1414190690](http://s3.amazonaws.com/nikeinc/assets/34716/Nike_CoC_Spanish_LA_original.pdf?1414190690); y Tommy Hilfiger, disponible en: <http://www.pvh.com/responsibility/policy/shared-commitment>.

Por un lado, el crecimiento de las redes de producción hace más difícil la vigilancia de la cadena de suministros; dicho crecimiento se ha dado en parte como resultado de las presiones que ejerce la necesidad de producir rápido y a menor precio. Por otro lado, encontramos empresas que aplican normas diferenciadas dependiendo del destino de la producción: cero tolerancia cuando la producción es para marcas transnacionales y mirada ciega cuando la producción es para sus propias marcas o marcas nacionales. Los auditores también influyen en la existencia del trabajo infantil: a algunos les cuesta trabajo limitar el trabajo infantil cuando es la mejor alternativa para la familia, a otros les gusta más permitirlo a cambio de una “propina”. Finalmente, la proliferación de pequeños talleres en los hogares hace más difícil la identificación de prácticas irregulares y más fácil incorporar el trabajo infantil como una labor en la cual todos los miembros de la familia pueden y deben participar.

### *El crecimiento de las redes de producción a nivel nacional*

En México, la fábrica de ropa para la industria de la moda se basa en dos formas distintas de conformación de las redes de suministro. Por un lado, existen empresas que producen paquetes completos a minoristas y comercializadores, en las cuales la relación que se establece es directa.

Por el otro, están las maquiladoras o plantas de ensamblaje, las cuales suelen estar involucradas en redes más complejas de producción de insumos; en estos casos la relación entre comprador y productor es indirecta.

Las relaciones más simples se pueden dar de dos maneras: 1. las empresas ejecutan el proceso completo, desde conseguir los insumos hasta la entrega en la tienda; o 2. el maquilador recibe los insumos por parte del contratista y se limita a cortar, coser y acabar o detallar. En ambos casos, la cadena de producción suele ser pequeña y es fácil identificar todos los eslabones.

En una estructura de redes (Lambert & Cooper, 2000), los fabricantes o los intermediarios, los cuales pueden ser nacionales o internacionales, mandan las piezas ya cortadas a las maquilas, quienes a su vez subcontratan parte de su producción a pequeñas empresas que submaquilan. Una cadena simple se da por el contrato directo entre los compradores y la maquila que realiza la mayoría del trabajo; solo submaquila alguno de los procesos. Sin embargo, la cadena puede ser mucho más compleja y estar conformada por un intermediario, un maquilador principal y una serie de submaquiladores que realizan partes menores del trabajo. A mayor tamaño, mayor dificultad para controlar las condiciones laborales y la presencia de niños que trabajan (Christenson & Juarez, 1987; Cigno, Rosati & Guarcello, 2002).

En los lugares de mayor concentración de maquilas como, por ejemplo, algunos municipios de Puebla o del estado de México, la submaquila se convierte en múltiples tareas que se van realizando en más de un local dentro de la misma colonia o comunidad. Locales que en realidad son espacios de la vivienda que se adaptan para poder hacer la tarea que les corresponde y en la cual participan varios miembros de la familia. Dependiendo de la tarea, pueden participar desde niños pequeños hasta personas de la tercera edad, casi siempre de manera informal.

### *La proliferación de los talleres informales y la necesidad de subcontratar*

Además de ser en muchos casos una forma de subsistencia, en algunos lugares, la proliferación de talleres se ha dado a la par del cierre de empresas grandes. Son talleres que se conformaron a partir del remate de maquinaria y de la liquidación de empleados con máquinas de coser.

La mayoría de los talleres informales que se visitaron en el estado de Puebla se establecieron a partir del cierre de las maquilas de uno de los grupos más importantes de producción de pantalón de mezclilla en la zona. Sus dueños coincidieron en describir

la falta de oportunidades para trabajar como el mayor incentivo para establecer la maquila.

En otros casos, los talleres se conformaron a partir de la iniciativa de las empresas de comprar una máquina para que las personas trabajen desde su casa. Al comprarles la máquina y dejarlos trabajar desde sus casas, los dueños de las fábricas no tienen que pagar prestaciones y los obreros pueden aprovechar la flexibilidad que esto les da. Una vez establecidos, algunos logran pasar de tener una máquina a más de una, en muy poco tiempo. En general, el proceso es el mismo: adquieren una máquina porque el dueño de la fábrica se las presta, con el tiempo se la compran o compran una adicional; cuando tienen dos o más máquinas, la posibilidad de juntar dinero para otra máquina aumenta. Al mismo tiempo que se va dando este proceso, el patio, la sala o el cuarto para dormir empiezan a ser sustituidos por el taller, independientemente del tamaño, la luz o la ventilación.

La ilusión de poder tener algo propio y no depender de un jefe, es en algunas regiones un incentivo para mantener los talleres, aunque estos sean informales:

Realmente no me va mejor [...] pero a futuro me puede ir mejor. Ahorita la expectativa que tenemos es de crecer, entre más produzcamos más ganancias. El proceso de inicio es muy costoso [...]

No gano mucho, pero no pierdo. [...] Ahorita no tengo realmente una ganancia, sale el sueldo, pero la expectativa a futuro es que me vaya mejor

La empresa en la que trabajé tiene muy buenas prestaciones, estuve en San Juan del Río, en Querétaro y en Amealco. Créame que a veces lo preferiría. A veces trabajaba yo menos y ganaba más y ahorita trabajo más y gano menos; pero a veces quiere uno iniciar algo propio. No hay como decir: ¡es mío!

Más que nada lo que me impulsa es el orgullo de decir muchos han crecido, yo puedo crecer. Es el reto, no es la ganancia.

(Dueño de un taller informal, antes operador en una empresa grande que maquila para una marca internacional.)

A pesar de ser procesos diferentes, la proliferación de talleres informales y el aumento en la subcontratación hacia abajo son procesos que se retroalimentan mutuamente. La subcontratación permite la subsistencia de los talleres pequeños y la existencia de dichos talleres permite mantenerse como intermediarios. De esta manera se genera una economía subterránea que evade el pago de impuestos y prestaciones establecidas por la Ley Federal del Trabajo, con modalidades de trabajo familiar e infantil (De la O, 2013).

La subcontratación se basa en el rompimiento de la relación formal de trabajo entre la empresa contratante y los trabajadores de la maquila subcontratada; esta relación económica genera ventajas para ambas partes al evadir en cada uno de ellos una parte de la responsabilidad como productores. La empresa contratante deja de pagar prestaciones sociales, lo que reduce para ella el costo de producción; el taller informal se puede mantener gracias a la contratación de dicha empresa.

Aun cuando la relación formal con el productor se rompe, el cuidado de la calidad del producto o del proceso productivo no se pierde; quien subcontrata se mantiene vigilante de la producción. Esta injerencia es mayor cuando la fábrica contratante provee los insumos o el equipo para hacerlo. Pero las auditorías son solo eso: auditorías que se limitan a revisar la calidad de la producción y la existencia de las condiciones necesarias para garantizarla.

Hoy en día en México, la proporción de empresas que subcontratan es muy grande; la base de la organización de la producción en Ajalpan, Zapotlanejo, Altepexi, Teziutlán, San José Miahuatlán y algunos poblados alrededor de San Juan del Río y León, por dar unos ejemplos, se basa en la subcontratación. Subcontratar permite, como mencionaron las personas entrevistadas, no tener problemas con el SAT, ni con el Seguro Social; además, permite evadir otras prestaciones.

También se da la subcontratación cuando hay una demanda superior a la que se puede cumplir o cuando se tiene la necesidad de corregir un pedido mal entregado. Cuando el pedido es devuelto y la empresa ya está comprometida con otra entrega o hubo erro-

res en la producción que llevan mucho tiempo corregir y aún no se termina todo el pedido, es necesario enviar el material a otra maquila; pero nunca se regresa o se dice que no se puede hacer, ya que pierden la oportunidad de que los vuelvan a contratar.

También se da el caso de que el costo de realizar el proceso al interior de la empresa sea más caro que maquilarlo. Esto sucede con procesos como el planchado, el cual es costoso por el consumo de energía eléctrica. El lavado de la mezclilla es constantemente supervisado por la CONAGUA, quien impone sanciones muy fuertes cuando no se cumple de manera adecuada con la normatividad, lo que puede dar lugar al cierre temporal o definitivo de la fábrica, por lo que muchas empresas prefieren subcontratar y no tener que enfrentar los riesgos y costos de hacerlo.

La subcontratación también puede ser resultado de la falta de liquidez. Las empresas comercializadoras suelen pagar meses después de que la producción está terminada, lo que obliga a las fábricas y talleres a subsidiar la producción. Cuando los talleres son pequeños, no pueden absorber dicho subsidio, requieren de una fábrica con mayor capacidad de producción y formalizada que pueda absorber el costo de los insumos. Los talleres pequeños e informales tienen mucha dificultad para obtener créditos bancarios, por lo que prefieren ser contratados y recibir un pago semanal o quincenal.

La subcontratación también hace que la producción en los talleres pequeños carezca de una buena programación, ya que la demanda de productos es temporal. Esto genera que en ocasiones no puedan cumplir con las tareas y que, a su vez, se vean obligados a subcontratar, haciendo la cadena de producción aún más larga.

Cuando la distancia entre el contratista y la persona subcontratada es grande, los riesgos son mayores. Como mencionó una persona, aumenta el costo por el transporte, es más fácil que fallen en la entrega y retrasen el proceso; lo que tiene que protegerse de alguna manera y generalmente se hace con salarios muy bajos o con la participación de menores, a los cuales se les paga muy poco o simplemente “ayudan” a sacar la tarea.

En otras palabras, la subcontratación de talleres informales genera un ciclo vicioso que hace que la irregularidad e inestabilidad del trabajo genere más inestabilidad y, por lo tanto, que la cadena de suministro vaya creciendo y, con dicho crecimiento, se vaya perdiendo la capacidad de controlar la manera en la cual se realiza la producción.

### *Un mismo proceso con dos prácticas distintas*

Con los cambios en la industria de la moda, la cual exige que se esté innovando de manera constante y acelerada, una prenda de vestir deja de ofrecerse en el mercado a los pocos meses de haber salido; si el producto no sale en el tiempo esperado, este puede dejar de estar vigente y con ello llevar a una pérdida importante en las ganancias vinculadas con la comercialización. Esto, aunado a la creciente venta por Internet —en la cual la entrega del producto se garantiza en un par de días y los modelos están al alcance de todos—, hace que la rapidez en la producción sea aún más importante. El tiempo de producción y el precio son las dos variables más importantes en la industria de la moda a nivel mundial.

En este contexto, la proliferación de talleres informales y la subcontratación se convierten en el mecanismo de sobrevivencia para las maquilas de exportación; es el crecimiento de la cadena de producción lo que permite reducir los costos. Ante cadenas de producción cada vez más grandes, la presencia de niños que trabajan deja de ser visible para las grandes empresas transnacionales. Es por esto que, aun cuando tienen una política de tolerancia cero, se sigue dando trabajo infantil.

Cuando las comercializadoras internacionales mantienen cierto control, la existencia de cadenas de producción simultáneas en una maquiladora grande permite responder a las exigencias de las empresas transnacionales, al mismo tiempo que se puede utilizar mano de obra infantil. Esto se puede hacer al implementar controles diferenciados para las empresas o fábricas subcontratadas. Los lineamientos de las cadenas de suministros que produ-

cen para comercializadoras nacionales son menos estrictos que los lineamientos que se siguen para firmas internacionales, aun cuando la maquiladora sea la misma.

En una de las visitas que realizamos encontramos que la empresa KY (nombre ficticio), la cual fabrica pantalones para marcas como Levi's y Guess, tiene dos cadenas de suministros: una que les produce a dichas marcas y otra para su propia marca nacional. La cadena de suministros que utiliza para fabricar pantalones de las marcas transnacionales es muy corta: casi todo lo producen al interior de sus propias fábricas, por lo cual pueden mantener el control completo de la cadena de producción. Sin embargo, lo que produce para su propia marca lo hace en fábricas irregulares donde se permite trabajo infantil.

La maquila que visitamos está instalada en una bodega muy grande que no tiene las cuatro paredes. Es un área abierta con techo de lámina de donde se pueden sacar las máquinas fácilmente y desmantelar todo de manera rápida. El día que entramos a la fábrica había más de cinco menores trabajando. Esto se debe en gran medida a que las auditorías que se realizan en la fábrica son únicamente de control de calidad; no hay supervisión para verificar que se cumpla con la Ley del Trabajo.

Esta coexistencia de cadenas de suministro permite enfrentar las presiones de las grandes firmas sin incumplir necesariamente con sus lineamientos o, al menos, disminuyendo el riesgo de que estas prácticas sean identificadas por las auditorías que se realizan para prevenir el trabajo infantil y forzado.

### *La importancia de las comercializadoras como facilitadoras del trabajo infantil*

Cuando el consumidor desea ropa muy barata el problema es que la marca no piensa perder sus utilidades, entonces, deciden exprimir a las empresas maquileras, y sobre todo a las más pequeñas.

(Persona de la CANAIVE.)



No todas las grandes marcas funcionan igual. Hay diferencias importantes entre las comercializadoras internacionales y nacionales; e incluso, encontramos diferencias entre empresas detallistas (como pueden ser, por ejemplo, Coppel o Walmart México) y comercializadoras de marca (CKlass, Terra o Price Shoes, por dar un ejemplo). Si bien es difícil generalizar el trato con los pequeños talleres a partir de las entrevistas realizadas, sí podemos resumir algunas características que nos confirmaron varios de los talleres informales y algunas maquiladoras medianas.

En general, las comercializadoras por catálogo solo se preocupan por la calidad de la prenda y la capacidad de producción; no generan presión para que no haya trabajo infantil ni forzado y tampoco exigen que existan buenas condiciones de trabajo. La información recabada sugiere que para ellos no es importante. Esta indiferencia ante las normas laborales facilita la participación en la cadena de suministros de los talleres informales, quienes no se ven obligados a invertir en tecnología o infraestructura y pueden instalarse dentro de las casas.

Por el contrario, empresas como detallistas transnacionales o empresas mexicanas que trabajan para cadenas internacionales sí hacen auditorías de cumplimiento social; es decir, verifican que se cumpla con la ley en materia laboral, que no se dé la contratación de niños y que se cumplan con las regulaciones correspondientes a protección en el trabajo y protección del medio ambiente. Esto hace que el costo de trabajar para ellas sea más caro, ya que se requiere, entre otras cosas, inversión en infraestructura y en el cumplimiento de prestaciones laborales. Por lo tanto, los pequeños talleres ven muy lejos la posibilidad de crecer para venderles a estas empresas.

Además del costo que eso implica, los pagos y las condiciones de comercialización generan situaciones que dificultan el crecimiento de los talleres y promueven la coexistencia de talleres informales y maquilas subcontratistas. A fin de poder producirles a empresas que tardan en pagar, es necesario tener el capital suficiente para subsidiar la producción, lo que limita la inversión

en infraestructura o equipo para crecer. Algunas empresas generan deudas que obligan a las maquiladoras a seguir trabajando para ellas aun en condiciones no convenientes; situaciones en las cuales romper el contrato puede generar que nunca les paguen la deuda, por lo que muchas veces siguen trabajando para ellas a pesar de las pérdidas que implica.

Para algunos, venderles a detallistas nacionales es el puente para crecer. Sin embargo, para otros es mayor el riesgo que el beneficio; se necesita ser una empresa muy grande para poder responder a sus condiciones de comercialización. Las sanciones económicas por retraso en la producción son muy altas. Además, son las maquilas quienes absorben el costo de rebajar la mercancía y el riesgo de no vender. Se requiere de un capital muy grande para poder enfrentar las condiciones que imponen.

## **5. Las particularidades del trabajo infantil**

Entre 1999 y 2004, los tiempos de producción se habían reducido en un 30 %; muy probablemente hoy en día se hayan reducido mucho más. Las grandes empresas son capaces de producir miles de prendas en un solo día y los talleres informales tratan de competir a su manera: contratando más mano de obra en peores condiciones o trabajando durante más horas. Generalmente, los tiempos ajustados de producción recaen sobre el trabajador, quien se ve obligado a invertir horas extras para cumplir con las fechas y tiempos acordados.

Para que esto no resulte en conflictos laborales y resistencias frente al trabajo, las empresas formales buscan contratar personas con menos niveles educativos, mayor necesidad económica y menor experiencia de trabajo; de esta manera pueden controlar un poco más los mecanismos de resistencia de los empleados, los cuales generalmente carecen de acceso a una organización sindical, son constantemente amenazados y cuentan con contratos de corto plazo. Cuando las empresas no son formales, muchas

veces ni siquiera tienen contratos, con lo cual pueden correr a los empleados cuando quieran.

Los menores de edad son quienes cumplen de mejor manera con estas características: rara vez tienen un contrato, por ley no pueden estar afiliados a un sindicato, suelen tener estudios incompletos, una mayor necesidad económica y poca experiencia laboral; son una mano de obra muy barata. ¿Por qué no contratarlos cuando ellos quieren trabajar?

En aquellos lugares donde encontramos grandes concentraciones de talleres informales, tales como los municipios aledaños a Tehuacán, San Juan del Río, Teziutlán, León y Zapotlanejo, encontramos también trabajo infantil.

La proporción y las condiciones en que observamos que se da el trabajo infantil están relacionadas con la concentración de talleres informales y la existencia de otro tipo de industria. En Ajalpan existe un gran número de adultos y niños que trabajan en la maquila, mientras que en San Juan del Río el trabajo infantil está asociado con el periodo vacacional y con la distancia entre la zona industrial y las poblaciones, y los talleres informales. La dinámica que se da en cada uno de los lugares ayuda a explicar las dimensiones y particularidades del trabajo infantil.

### *Diferencias entre las zonas de Tehuacán y San Juan del Río*

La zona maquiladora de Tehuacán comprende los municipios de Ajalpan, Altepexi y sus alrededores. Estos municipios basan su economía en la actividad del campo y la maquila. Ajalpan es uno de los municipios donde hay mayor concentración de pequeños talleres informales, lo que permite producir la ropa en un solo lugar; aunque se tengan que dividir los procesos entre talleres distintos, siempre va a haber un taller disponible para ensamblar, otro para detallar y uno más para deshilar; todos ellos a corta distancia el uno del otro, lo que permite producir más rápido a menor precio. El auge que ha tenido este municipio, ha permitido

también el crecimiento de maquilas y talleres informales en las zonas aledañas.

Este crecimiento de oportunidades de trabajo distintas a las del campo ha sido una fuente de empleo importante para madres solteras, hombres que prefieren la maquila y niños. La presencia de mujeres solteras es considerada una ventaja para los talleres, ya que por lo general cuidan mucho su trabajo y son muy productivas —“la necesidad hace que sean más estables en el trabajo” (dueño de taller informal)—; los hombres son generalmente menos estables, buscan mejores condiciones de trabajo y se mueven con facilidad.

También es una alternativa de trabajo para comunidades indígenas con muy escasas o nulas oportunidades laborales y con salarios sumamente bajos (Muñiz Montero, Ramírez Valverde, Juárez Sánchez, Martínez de Ita, Ramírez Valverde & Figueroa Rodríguez, 2013). Ajalpan, Teziutlán y Tehuacán son municipios receptores de población indígena que llega de la Sierra Negra, la Sierra Norte y la Mixteca. En estas regiones converge la necesidad económica con una población de nivel educativo muy bajo, pocas oportunidades laborales y bajos salarios, todo lo cual genera también una cultura del trabajo a temprana edad.

En la zona, son cada vez menos los niños que quieren seguir estudiando. Además, la posibilidad de trabajar durante el periodo vacacional les permite experimentar el ambiente de las maquilas antes de decidir dejar la escuela y, como nos mencionó una de las activistas de la zona, “los atrapa el ambiente”; ya que en esos talleres la música, la informalidad y la sensación de ser como los otros adultos genera una atracción muy especial. Por lo tanto, “para qué quedarse en la escuela si es más aburrida que la maquila” (menor entrevistado en Ajalpan).

La cultura del trabajo a temprana edad, en toda la región de Tehuacán, va de la mano con una cultura de la maquila. En dicha zona, la mayoría de las personas están convencidas de que esa es la mejor alternativa que se tiene; y cuando en una familia se es dueño de una maquila, la presión para mantenerse en ese campo

es aún mayor. En la familia de Ema, la presión para dedicarse a trabajar en la maquila ha sido muy fuerte. Primero su mamá cambió la enfermería por la maquila; años más tarde, Ema tuvo que defender su interés por estudiar turismo en lugar de algo que tuviera que ver con la confección.

Mi mamá fue la única [de sus hermanos] que estudió una carrera [...] ella estudió enfermería pero no la ejerce, porque el entorno la hizo cambiar... Cuando yo nací ella estaba estudiando. Entró como enfermera a una maquila y en la maquila mi tío le dijo que podía ganar más trabajando ahí que como enfermera; así que dejó la enfermería.

(Sobrino de dueño de maquila, en Tehuacán.)

En San Juan del Río tienes muchos más modelos a seguir y alternativas que en Tehuacán. Esto hace que a pesar de que en ambos lugares se dé el trabajo infantil, este se presente de manera distinta. En la zona de Tehuacán el trabajo infantil se da todo el año, aunque aumente en periodo vacacional. En San Juan del Río, propiamente, no se da el trabajo infantil. Este se da en las comunidades y municipios de alrededor, tales como Cadereyta o Amealco, y responde principalmente al periodo vacacional. Por lo tanto, la probabilidad de encontrar trabajo infantil en el estado de Querétaro está relacionada con la no asistencia a la escuela y con la distancia de las comunidades a la zona industrial. Entre más lejos de San Juan del Río o menos comunicado se esté, mayor probabilidad de que se dé.

La mayor facilidad para asistir a la escuela, la necesidad de completar la preparatoria para poder entrar a trabajar en otras industrias y la convicción de que a través de los estudios pueden hacer otras cosas, disminuye la probabilidad de encontrar niños trabajando en San Juan del Río; algo similar a lo que sucede en León, con respecto a la industria del calzado: muchos hijos de personas que tienen talleres de calzado prefieren hacer otras cosas.

## 6. Una batalla sin fin: la dificultad para frenar el trabajo infantil

A pesar de los efectos negativos que genera la proliferación de estos talleres y de que existen condiciones que con base en la legislación justificarían que se cerraran, los talleres siguen subsistiendo. Esto se debe en gran medida a tres factores que son independientes de lo descrito anteriormente: la incapacidad de las instituciones para regularlos, la aprobación de las maquilas que los subcontratan y la corrupción.

Generalmente, las empresas en México son auditadas por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS), el Instituto Mexicano del Seguro Social y las empresas para las cuales maquilan. La STPS realiza auditorías para revisar el cumplimiento de la ley del trabajo; lo que implica, entre otras cosas, que no se esté contratando a menores de edad, que se cumplan con las prestaciones de la ley, que no ocurra explotación laboral y que existan condiciones adecuadas de seguridad e higiene. Sin embargo, esta institución no se da abasto y enfrenta muchas dificultades para visitar de manera regular a las empresas y detectar aquellas que trabajan en la informalidad. Esto hace que sea más frecuente su presencia en lugares donde se ha dado un crecimiento de la industria maquiladora —que son más accesibles y más fácilmente identificables—. Sin embargo, en zonas alejadas o con una menor presencia de empresas fácilmente visibles, es menos probable que se efectúen auditorías; esto mismo aplica para las auditorías que realiza el Seguro Social.

El IMSS solo puede hacer seguimiento de las empresas que han dado de alta a sus trabajadores, sin importar la cantidad de personas registradas. Es más fácil que haya auditorías cuando registran personas con discapacidad o cuando algún empleado no asiste a su consulta médica por falta de permiso por parte del empleador. En estos casos, el IMSS realizará una visita inesperada; pero esto es fácil de evadir: o no contratan personas con discapacidad o no

dan de alta a sus empleados. Si este es el caso, no habrá auditorías del Seguro Social.

### *Invisibilidad, corrupción e indiferencia*

La invisibilidad de muchos talleres, junto con la indiferencia de las empresas que submaquilan, hacen más difícil la prevención de los efectos negativos. La gente conoce la ley; sabe que los menores no deben trabajar y que no se debe coaccionar a los empleados para que lo hagan. Aun así, se contratan niños y no se respetan las horas de trabajo.

Incluso en los talleres pequeños e informales que se instalan en las casas, durante las entrevistas, las personas reconocieron que los niños no deben trabajar. Se percibe un reconocimiento general sobre la importancia de estudiar y no trabajar a temprana edad. También reconocieron que no cumplir con la ley los conduce a sanciones fuertes que pueden provocar la necesidad de cerrar permanentemente; en general, prefieren no hacerlo. Pero también es evidente una preferencia por tener a los menores trabajando en lugar de “vagando”, como diría Rosa. Por lo tanto, aunque se conoce la ley, el empleo de los menores se justifica fácilmente.

Además de que en muchos lugares se prefiere el trabajo sobre el ocio o la recreación, hay niños que prefieren trabajar que estudiar, y papás que asumen que los niños van a acabar en la maquila y, por lo tanto, es importante enseñarles a trabajar desde que están estudiando, como es el caso de uno de los niños entrevistados. Otros tienen la necesidad de que sus hijos trabajen y prefieren que lo hagan en lo que ellos ya conocen o lo que tienen disponible; lo que en estos lugares significa: la maquila.

Un número importante de maquileros se brinca la ley; los talleres pequeños lo hacen, en su mayoría, por la falta de recursos económicos para cumplirla, mientras que algunos otros por ignorancia; los más grandes, por querer aumentar sus ganancias o evitar las implicaciones de la formalización. La posibilidad de

brincarse la ley tiene que ver en parte con la indiferencia de quien los subcontrata, pero también es producto de la corrupción y, en otros casos, de la invisibilidad.

La falta de interés sobre las implicaciones que tiene el querer producir a bajo costo y en menor tiempo, permite la indiferencia. Muchas empresas, entre ellas comercializadoras nacionales, se preocupan únicamente por garantizar que el trabajo se cumpla con la calidad deseada en el tiempo adecuado. Para ello realizan auditorías de calidad y no se involucran con las condiciones de trabajo o por la presencia de niños en las maquilas: “Los de [...] solo se dedican a comprarte, a ellos no les importa cómo haces el producto ni cuáles son tus condiciones de trabajo” (fabricante de zapatos). La falta de indiferencia no permitiría estar mandando a maquilar en pocas cantidades y a bajo costo, lo cual es necesario si se quiere ser parte de la *fast fashion* o moda rápida. Lo mismo sucede cuando maquilan ropa que cuando maquilan calzado; lo importante es la producción y para ello es necesario revisar las instalaciones y ver si realmente tienen la capacidad para hacerlo. No importa lo demás.

La misma corrupción que permite la informalidad, permite la presencia de niños trabajando. Cuando se vive en comunidades aisladas o poco visitadas por Hacienda o el Seguro Social, la probabilidad de tener que pagar la multa es menor; por lo tanto, vale el riesgo. Cuando hay muchas empresas irregulares, sale más barato: todos dan un poco y el inspector queda satisfecho. En algunos lugares de los visitados, en los cuales es conocida y visible la piratería de ropa y la presencia de talleres irregulares, donde las visitas se dan de manera más regular y constante, ya existe una dinámica de corrupción más fuerte, y los auditores simplemente van a recoger su cuota.

Pero no hay patrón que quiera pagar la multa: mejor esconder a los trabajadores no oficiales. Hacer invisibles a los trabajadores es otra estrategia para evitar tener que pagar multas o “una cuota” a fin de no ser sancionados. Esto aplica tanto para el trabajo infantil como para los empleados no registrados en el Seguro Social.



La invisibilidad es más fuerte cuando los talleres se tienen en las casas. Las autoridades no pueden entrar a un hogar que está registrado como vivienda, sin una autorización previa. Además, es fácil argumentar la inexistencia del taller cuando las máquinas están en la sala o el cuarto de uno de sus miembros. La coexistencia del taller con la vivienda hace más difícil denunciar cualquier irregularidad y, por ende, detectar malas condiciones de trabajo o explotación. En estas circunstancias no es fácil ejercer una acción legal contra ellos, aun cuando no implica corrupción.

Estas condiciones, aunadas a la constante movilidad de las empresas comercializadoras por buscar un mayor margen de ganancia, hace que los talleres busquen constantemente mecanismos que les permitan bajar costos aun a expensas del trabajo infantil y forzado. En la actualidad, algunas empresas de Zapotlanejo prefieren maquilar en el estado de México, porque ahí es más barato. Al ser presionadas por las comercializadoras, ellas presionan a los talleres, y los talleres hacen milagros con los costos... ¿a costa de qué?: del no respeto a las condiciones de trabajo y del trabajo que realizan los niños.

[...] Con las penalizaciones y con los apretones, empiezas tú a apretar también [...]

[...] Aquí es difícil bajar mucho el precio. Es una zona de mucha demanda, aquí más bien está caro. Nosotros hemos mandado al estado de México. [...] Hemos mandado al Estado de México y a Puebla, ahí nos recomendaron [...] Por Neza [...] Un vestido que aquí cuesta 25 [pesos] allá es diez, en Teziutlán uno de 25 te sale en ocho. La calidad es menor, pero pasable. [...] Tienen menos calidad porque les pagan mucho menos. Allá sí los trabajadores ganan muy poquito [...]

¿Armadura o espada? (A manera de conclusiones)

Como hemos tratado de argumentar a lo largo del trabajo, son muchos los factores que facilitan el trabajo infantil en la cadena de suministros. Algunos factores se dan a nivel macro y responden a los cambios en la conformación de las redes y cadenas de producción (Bair & Gereffi, 2003; Gereffi, 2001; Cigno, Rosati

& Guarcello, 2002); poco se puede hacer a nivel local (Murrieta, 2018).

La política de tolerancia cero tiene un alcance inversamente proporcional al tamaño de la cadena de suministro: entre más larga la cadena, menor el alcance. El trabajo de campo sugiere una mayor responsabilidad social por parte de las firmas internacionales; las cuales, además de realizar auditorías de calidad, plantean requisitos sobre tratamiento ético a los trabajadores, seguridad en el lugar de trabajo, responsabilidad ambiental y prácticas de operación apropiadas. Esto significa que además de supervisar la capacidad de producción de quienes les maquilan, cuidan, entre otras cosas, que no se den el trabajo infantil y forzado.

Sin embargo, a pesar de los estándares impuestos por dichas marcas y de las auditorías implementadas para garantizar que se cumplan, las presiones que ha generado la moda rápida sobre las marcas (Oxfam, 2004) y, por ende, sobre la cadena de suministros —en conjunto con la proliferación de talleres informales—, ha generado una dilución de los mecanismos de control de estas empresas. En aquellos lugares donde existe fuerte presencia de talleres informales alrededor de maquilas de mayor tamaño, semi-formales o formales, la capacidad de control es menor.

En efecto, hay factores culturales que influyen en quién decide trabajar y, en un contexto tan masculinizado como el de Tehuacán (De la O, 2013), los hombres pueden trabajar fácilmente en la maquila; pero no depende solo de diferencias culturales o características del hogar (Murrieta, 2016), el desarrollo a nivel local influye en las oportunidades que tienen los niños (Cigno, Rosati & Guarcello, 2002) y en el modelaje que se les presenta: estudiar o trabajar. Si estudian, hay más posibilidad de tener un buen trabajo en lugares como San Juan del Río; en Ajalpan, no hace mucha diferencia.

Después de haber visitado las maquilas en distintas zonas de México es imposible pensar en la moda simplemente como “una armadura para sobrevivir a la realidad del día a día”. Posiblemente lo sea para muchos, pero para los niños que trabajan, en algunos

casos es más que un simple sobrevivir a la rutina. La moda se vuelve el arma que los pone contra la pared; la espada que puede voltearse en su contra: la industria de la moda es la base de una fuente de trabajo importante en muchas regiones del país; pero también es lo que genera las condiciones que permiten la presencia de niños trabajando y facilita la deserción escolar.

## 8 Referencias

- Cigno, A.; Rosati, F. & L. Guarcello (2002), "Does Globalization Increase Child Labor?", *World Development*, 30, pp. 1579-1589.
- Christenson, B. & F. Juárez (1987), *Household Economy and the Labor Force Participation of Male and Female Children in Mexico*, Mexico, D.F., CEDDU-El Colegio de México.
- Alonso Solís, F. (2011), "Evolución de la industria del vestido en Yucatán en el marco de las cadenas globales de valor", *Revista de Economía*, XXVIII(76).
- Bair, J. & G. Gereffi (2003), "Los conglomerados locales en las cadenas globales: la industria maquiladora de confección en Torreón, México", *Comercio Exterior*, 53(4), pp. 338-355.
- Besusán, G. (2007), "Normas, hechos y percepciones. La situación laboral en la industria del vestido en México", versión preliminar, México, Universidad Autónoma Metropolitana.
- De la O, M. E. (2013), "Presencias masculinas en espacios laborales femeninos. Las maquiladoras de Teziutlán, Puebla y Matamoros, Tamaulipas", en *Género y trabajo en las maquiladoras de México: nuevos actores en nuevos contextos*, pp. 55-92, México, Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social.
- Gereffi, G. (1994), "The Organization of Buyer-Driven Global Commodity Chains: How U.S. Retailers Shape Overseas Production Networks", en G. Gereffi & M. Korzeniewicz (eds.), *Commodity Chains and Global Capitalism*, pp. 95-122, Westport, CT, Praeger.
- (2001), "Las cadenas productivas como marco analítico para la globalización", *Problemas del Desarrollo*, 32(125), pp. 9-37.
- ILO (2014), *Profits and Poverty: The Economics of Forced Labour*, Ginebra, International Labour Office.
- (2016), "Forced Labour, Human Trafficking and Slavery", International Labour Organization. Disponible en: <http://www.ilo.org/glo->

- bal/topics/forced-labour/lang--en/index.htm. Consultado: octubre 22, 2016.
- INEGI (2014), *Estadísticas a propósito de la industria del calzado*, Aguascalientes, INEGI.
- (2015), *Módulo de Trabajo Infantil 2015. Microdatos*, Aguascalientes, INEGI.
- (2017). *Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo 2017. Microdatos*, Aguascalientes, INEGI.
- Kaplinsky, R. (2000), *Spreading the Gains from Globalization: What Can Be Learned from Value Chain Analysis?*, UK, University of Sussex, Institute of Development Studies.
- Muñiz Montero, I.; Ramírez Valverde, B.; Juárez Sánchez, J.; Martínez de Ita, M.; Ramírez Valverde, G. & O. Figueroa Rodríguez (2013), “Nacer en el campo, crecer en la maquila: flexibilidad laboral y trabajo infantil en la industria textil de Tehuacán, Puebla”, en E. Zapata Martelo; R. Martínez Ruiz & G. Rojo Martínez, *Escenarios del trabajo infantil. Diversos estudios de caso*, México, Universidad Autónoma Indígena de México.
- Murrieta, P. (2016), “Child Labor and Household Composition: Determinants of Child Labor in Mexico”, *Asian Journal of Latin American Studies*, 17, pp. 53-93.
- (2018), *Trabajo infantil y forzado en la cadena de suministros de la industria de la moda en México*, Guadalajara, Jalisco, México, LEES.
- OCDE (2006), *Estudios territoriales de la OCDE. La región mesoamericana. Sureste de México y América Central*, Tegucigalpa, Honduras, OECD/BCIE.
- Oxfam (2004), *Trading Away our Rights: Women Working in Global Supply Chains*.
- STPS (2017), *Ley Federal del Trabajo*, México, Gobierno Federal, Secretaría del Trabajo y Previsión Social.
- Red Solidaria de Maquila y Comisión de Derechos Humanos del Valle de Tehuacán (2004), *Tehuacán: del calzón de manta a los blue jeans*, Red Solidaria de Maquilas.
- UNICEF (2006), “Protección infantil contra la violencia, la explotación y el abuso”, UNICEF. Disponible en: [https://www.unicef.org/spanish/protection/files/FactSheet\\_child\\_labour\\_sp.pdf](https://www.unicef.org/spanish/protection/files/FactSheet_child_labour_sp.pdf). Consultado: enero 3, 2017.
- USITC (2018), “Textiles and Apparel”, United States International Trade Commission. Disponible en: [https://www.usitc.gov/research\\_and\\_analysis/trade\\_shifts\\_2017/textiles.htm](https://www.usitc.gov/research_and_analysis/trade_shifts_2017/textiles.htm). Consultado: febrero 14, 2018.

## CAPÍTULO 8

### ANÁLISIS ESPACIAL DE CRECIMIENTO ECONÓMICO MUNICIPAL EN JALISCO MEDIANTE FOTOS SATELITALES

JONATHAN HARO NUÑEZ

MAURICIO RAMÍREZ GRAJEDA

ANDRÉS JERSON MILLÁN LÓPEZ

#### 1. Introducción

La naturaleza espacial de los datos económicos como apuntalamiento al análisis regional ha recibido niveles de atención cada vez mayores en años recientes con el surgimiento de una impresionante cantidad de técnicas econométricas espaciales. El impacto en el proceso de crecimiento regional como núcleo o como ubicación periférica, próxima a recursos naturales, así como los efectos de derrame en regiones colindantes, pueden ser representados ahora por medio de esas técnicas.

Aunque varias razones contribuyen a explicar el interés alrededor de estos métodos, la creciente relevancia de este tema tiene mucho que ver con un fuerte énfasis en alcanzar un crecimiento económico sostenible y una cohesión de desarrollo regional en el contexto de la dinámica de crecimiento actual.

En función de lo anterior, el producto interno bruto (PIB) es la variable más importante y más utilizada en el análisis del crecimiento económico. Sin embargo, puede presentar algunos inconvenientes al momento de utilizarse. En ocasiones sus mediciones

no son confiables, sobre todo en países en desarrollo, donde la infraestructura estadística no es la mejor.

Otro de los problemas que pueden aparecer es el hecho de que el PIB, por la metodología utilizada para su medición, no toma en cuenta el sector informal de la economía, lo cual representa un problema en países donde gran parte de la actividad económica es llevada a cabo en este sector. Asimismo, el grado de integración económica y la paridad en el nivel de precios entre regiones es más baja que en países desarrollados (Henderson *et al.*, 2012). Todos estos factores hacen que la medición del PIB presente dificultades o que no refleje la realidad económica de un país.

Un ejemplo de esto es el artículo del *New York Times* (Porter, 2007) donde economistas reconocieron un error en la estimación del tamaño de la economía en China por cuatro billones de dólares (diez billones de dólares en lugar de seis billones), debido a un mal cálculo en la paridad del poder de compra (PPP por sus siglas en inglés, *Purchasing Power Parity*).

Cuando se requiere, además, obtener datos a nivel subnacional (estatal y/o municipal), las complicaciones se vuelven aun mayores, ya que en muchos países en desarrollo esta información no es confiable, se obtiene con largos intervalos de tiempo o no existe.

En el caso de México, se cuenta con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), que es la institución responsable de generar la información estadística del país, incluyendo información económica, la cual se pretende utilizar en el presente trabajo de investigación. Aunque el INEGI presenta datos del PIB a nivel nacional y estatal, esta no es actualizada con la misma periodicidad. Otra desventaja es que no existe registro del PIB a nivel municipal.

El hecho de que los datos del PIB no se encuentren a nivel municipio representa un gran inconveniente, debido a que buena parte de la variación económica que resulta de interés toma lugar dentro del país, en lugar de entre países. Muchas de las teorías sobre factores que afectan el crecimiento, por ejemplo, características geográficas, se pueden aplicar en regiones que abarcan

solo una parte de un estado, incluso puede ser que estas regiones crucen fronteras y comprendan más de un estado. En estos casos, la información disponible del PIB en México puede resultar limitada e insuficiente.

Por otra parte, los datos disponibles del PIB no dan indicios de cómo se encuentra distribuido el ingreso a niveles más desagregados, digamos, dentro de un estado (Stiglitz *et al.*, 2009). Es posible que la mayor parte del crecimiento del estado en cuestión sea generado solamente en una pequeña porción de su territorio, mientras que el resto permanece igual o incluso con crecimiento negativo. Es bien conocido que en México existe una fuerte tendencia hacia la centralización, lo cual provoca que se concentre la actividad económica en las ciudades más grandes.

En respuesta a estas dificultades, este capítulo busca utilizar un método diferente para medir la actividad económica: la cantidad de luz que puede observarse desde el espacio. Específicamente, se pretende usar los cambios en la cantidad e intensidad de luz nocturna como una medida alternativa de crecimiento económico, utilizando la metodología aplicada por Henderson *et al.* (2012). La información necesaria para este fin será obtenida a partir de imágenes satelitales, las cuales forman parte de una base de datos distribuida por el National Geophysical Data Center (NGDC) de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), a través de satélites del Defense Meteorological Satellite Program (DMSP) de la United States Air Force (USAF), que cuenta con un archivo digital que data desde 1992.

Según Donaldson & Storeygard (2016), el uso de imágenes satelitales para estudios en diferentes ámbitos ha sido recurrente en años recientes (tal como se explicará ampliamente en la revisión de literatura), ya que presenta algunas propiedades que resultan convenientes respecto a otras fuentes de información.

Una de estas propiedades es el hecho de que este tipo de tecnología permite recolectar datos a un bajo costo marginal, de manera repetida y con un amplio rango de características difíciles de medir de otra manera. Otra de sus virtudes es que se encuentra

disponible a una mejor resolución espacial de la que presentan datos tradicionales. De igual forma, su vasta cobertura la hace atractiva, ya que la información es entregada de manera consistente (sin importar cuestiones culturales, políticas e, incluso, cruzando fronteras).

Dichas imágenes satelitales se presentan en forma de mapa, una por año, con lo que es posible visualizar tanto el incremento de las luces nocturnas como el cambio en su intensidad. De esta manera se busca crear una medida alternativa al PIB para tratar de describir la actividad económica de los municipios del estado de Jalisco y su crecimiento a través de los años.

La medición de la actividad económica a partir de imágenes satelitales puede emplearse junto con las cuentas nacionales para crear un cálculo más confiable del PIB. Debido a que los datos obtenidos por los cambios en las luces nocturnas apreciables desde el espacio y los que se presentan por medio de las medidas tradicionales se obtienen de manera totalmente diferente, es posible asumir que sus grados de error no están correlacionados. Por lo cual, una combinación de ambos puede resultar en una medición que refleje de mejor manera la actividad económica del país o estado en estudio.

La segunda aplicación del capítulo es utilizar las luces nocturnas para encontrar información sobre crecimiento económico a nivel municipal. Esto se considera realizable, ya que los datos obtenidos mediante esta fuente tienen un nivel de fineza mayor que el que es posible conseguir con las cuentas nacionales tradicionales. Las imágenes satelitales permiten obtener información de áreas de aproximadamente 1 km<sup>2</sup> y así estimar el crecimiento económico de un municipio o región, sin importar qué tan difícil sea acceder a él de manera física. Existe literatura respecto al tema, la cual respalda el uso de imágenes satelitales como una buena *proxy* de crecimiento económico a nivel nacional (Henderson *et al.*, 2012) y estatal (Ramírez *et al.*, 2016).

Una vez obtenidos estos datos, y como segundo objetivo, se pretende la implementación de un modelo econométrico espa-



cial, utilizando los datos estimados de crecimiento económico, para determinar el patrón de distribución que sigue esta variable a nivel municipal, de igual manera se busca analizar los factores que inciden en su desarrollo. Esta información es clave, ya que el patrón de la distribución espacial del crecimiento económico puede tener profundas implicaciones para la focalización de políticas. Más aun, permite entender cómo ciertos procesos demográficos y sociales ocurren de manera distinta en diversas regiones y hasta qué punto municipios cercanos geográficamente se influyen en su caracterización socioeconómica.

De esta manera, se busca establecer evidencia de la validez de las imágenes satelitales como herramientas útiles para estudios económicos en los que se requiera un grado alto de fineza en los datos o donde la falta de ellos represente un impedimento, y al mismo tiempo ofrecer un acercamiento a las bondades que este tipo de información puede brindar para la realización de investigaciones posteriores de carácter social y económico a nivel municipal o regional. A la vez, se pretende identificar tanto el patrón de distribución como la dinámica que sigue el crecimiento económico en los municipios de Jalisco.

El resto del presente trabajo se encuentra organizado de la siguiente forma: en la próxima sección se presenta una breve revisión de la literatura, abarcando los temas a tratar en el presente trabajo. Posteriormente, aparece la descripción de la metodología, seguida de la descripción de los datos a utilizar. Los resultados están contenidos en la sección 5, mientras que las conclusiones que de ellos se derivan se muestran en el apartado 6. Finalmente, se enlistan las referencias bibliográficas.

## 2. Revisión de literatura

La intención de este capítulo es aportar evidencia sobre literatura existente que ha tratado los temas de interés para el presente trabajo de investigación. Inicia con una breve descripción del

PIB, sus propiedades y características específicas, siguiendo con algunas alternativas que se han sugerido a lo largo del tiempo para contrarrestar estas dificultades. Posteriormente, se habla sobre las características principales de las imágenes satelitales que muestran luces nocturnas, así como una lista de estudios que han utilizado los datos que ofrecen estas imágenes para realizar investigación sobre diversos temas, dando énfasis a los referentes a temas económicos. Por último, una reseña sobre geografía económica y econometría espacial, así como algunos trabajos empíricos que utilizan este enfoque aplicado al crecimiento económico.

### *2.1. Análisis del PIB*

El crecimiento económico de una nación generalmente es medido en términos de su PIB, esto es, el valor de mercado de los bienes y servicios finales producidos en un país durante un año dado (Ghosh *et al.*, 2010).

Uno de los inconvenientes al utilizar el PIB como indicador de crecimiento económico es que no toma en cuenta el sector informal. Cambios en la economía global asociados con el crecimiento y la expansión del capitalismo, la integración global y la competencia que esta genera, así como la recesión económica reciente, han ocasionado que millones de personas se unan a la fuerza laboral informal. Algunos estudios muestran que este sector comprende una gran proporción de la fuerza laboral tanto en países desarrollados como aquellos en desarrollo, por lo que su contribución al PIB es digna de considerar. Dado esto, es importante desarrollar métodos adecuados para medir el valor del sector informal (Chen, 2002). Aunque no hay una frontera rígida entre economía formal e informal y ambas sostienen relaciones económicas continuas, definir la actividad informal como un sector distinto es importante, sobre todo en países en desarrollo donde este sector provee una contribución significativa a la economía (Ghosh *et al.*, 2009).

Asimismo, Dobozi y Pohl (1995) afirman que las cuentas estadísticas oficiales pueden no ser confiables para países que experimentan transiciones de mercado y señalan el uso de *proxys* como una alternativa para su evaluación.

En el caso de México, el principal problema es que no se encuentra información referente a crecimiento económico en el nivel municipal. En el pasado ha habido esfuerzos por parte del INEGI para desagregar geográficamente el PIB, pero hasta ahora solo se ha llegado hasta el nivel estatal. En ese trabajo (INEGI, 1989) se toman series auxiliares como base de la desagregación para obtener datos de PIB estatal del periodo 1970-1988.

Una excepción a lo anterior es el trabajo de Gomez-Zaldivar *et al.* (2010), que realiza la estimación del PIB municipal per cápita para los años 1988 y 2004 mediante una suma ponderada del PIB estatal por sectores, donde los ponderadores son la población económicamente activa municipal y estatal por sectores. Esta manera de estimar el PIB municipal representa un buen acercamiento, aunque aparecen algunos inconvenientes, como el hecho de que la información de la población económicamente activa no se encuentra disponible con la periodicidad necesaria; de igual manera, muchos municipios carecen de un registro confiable de la participación de los distintos sectores económicos debido a la débil infraestructura estadística.

De hecho, una de las ventajas del método propuesto es que no depende directamente de la capacidad estadística de la región, ya que la información es generada a partir de imágenes satelitales que abarcan la mayor parte del territorio en el mundo. Dichas imágenes se presentan una por año, lo cual garantiza una periodicidad que puede resultar útil.

## 2.2. *Proxys para el PIB*

Con el paso del tiempo ha crecido una larga lista de autores y estudios que han considerado variables *proxy* al PIB en periodos y regiones para los cuales no existen datos de actividad económica.

Por ejemplo, un estudio del Fondo Monetario Internacional (IMF por sus siglas en inglés, *International Monetary Fund*), utilizando consumo de electricidad en Jamaica durante la década de los noventa, encontró que las cifras oficiales de crecimiento del PIB (las cuales habían promediado 0.3 % anual) estaban por debajo del crecimiento real en casi 2.7 % al año, debido al crecimiento del sector informal en ese periodo (IMF, 2006).

Por su parte, Young (2012) empleó datos del Demographic and Health Surveys (basándose en la propiedad de bienes duraderos, calidad de las viviendas, salud y mortalidad de infantes, educación de los jóvenes y la ubicación de las mujeres dentro del hogar) para construir *proxys* que permitieran medir el nivel y crecimiento del consumo de 56 países en desarrollo.

Otros estudios de crecimiento económico se han realizado a nivel subnacional, incluso antes de la creación de cuentas nacionales oficiales. Good (1994) estimó el producto de 22 subregiones del imperio de Habsburgo en el periodo 1870-1910 mediante el número de cartas enviadas per cápita. De igual manera, Steckel y Rose (2002) usaron restos óseos para medir el estándar de vida y el grado de desigualdad en América en los últimos dos mil años.

### *2.3 Imágenes satelitales de luces nocturnas*

Satélites del DMSP de la USAF orbitan la Tierra catorce veces al día a una altitud de 833 km en promedio, observando todos los puntos del planeta entre las 8:30 pm y 9:30 pm, hora local, (Elvidge *et al.*, 2001). Dichos satélites detectan la intensidad de las luces mediante sensores del Operational Linescan System<sup>21</sup> desde la década de los setenta, con un archivo digital que data de 1992. Estos sensores fueron diseñados inicialmente para recolectar datos de luces de baja intensidad en imágenes con el propósito de

---

21 Se omitirán las siglas de este programa (OLS) para no confundir con el término econométrico *ordinary least squares*. Excepto cuando se mencione como parte de los datos de las imágenes satelitales junto con el DMSP, en ese caso se denotará como DMSP-OLS, tal como la literatura existente lo señala.

detectar nubes iluminadas por la Luna; sin embargo, las luces generadas por asentamientos humanos también quedan registradas.

Actualmente, científicos del NGDC de la NOAA remueven observaciones de puntos que experimentan brillo producto del ciclo lunar, meses de verano cuando el sol se oculta más tarde, actividad de la aurora boreal e incendios forestales. Esto genera que se elimine toda fuente de luz natural, dejando solamente luces generadas por el hombre. Finalmente, toda la información de un satélite dado, en un año dado, es procesada y promediada en una imagen, para producir un solo dato anual por cada satélite. Esta base de datos es la que se distribuye al público a través de su página web. La base de datos actual cubre el periodo 1992-2013.

#### Imagen 1

Imagen satelital del DMSP-OLS año 2002



Fuente: <https://ngdc.noaa.gov/eog/dmsp/downloadV4composites.html>

Las imágenes proporcionadas por los satélites de la DMSP-OLS cuentan con píxeles que abarcan 1 km<sup>2</sup> aproximadamente, cada uno de los cuales cuenta con un número digital (DN, por sus siglas en inglés, *Digital Number*), el cual va de 0 a 63; donde 0 se refiere a aquellos píxeles en los que no hay registro de luz, y 63 es donde la intensidad de la luz alcanza el punto máximo que puede registrar el satélite.

Es importante mencionar que para obtener información estadística a partir de estas imágenes es necesario el uso de un *software* geográfico que permita hacer el conteo de los píxeles iluminados, así como determinar la intensidad con las que estos brillan. De igual manera, debido a la naturaleza de las imágenes satelitales y la forma esférica de la Tierra, resulta menester la realización de un ajuste, ya que los píxeles abarcan un área más grande de terreno conforme se van alejando del ecuador. Este ajuste se ejecuta tomando en cuenta el centroide de cada municipio, conforme a lo especificado por Ramírez *et al.* (2016).

Debido a la naturaleza económica del trabajo, no se abundará en el tema geográfico; solo es importante mencionar que se requiere de cierto conocimiento básico en este tipo de *software*, con el cual es posible extraer la información necesaria de las imágenes.<sup>22</sup>

Vale la pena tomar en cuenta que, como toda fuente de información, estas imágenes satelitales contienen un margen de error, producto de que en el proceso de correcciones pueden darse ciertas distorsiones debido a que la órbita no es exactamente circular, la Tierra no es exactamente esférica y el satélite no se encuentra siempre a la misma altitud.

De igual manera, se presentan otros inconvenientes: la luz se refleja en el océano y los píxeles que registran la intensidad de la luz pueden atravesar fronteras políticas. El primero puede ocasionar cierta confusión al momento de registrar el área iluminada de una región costera, mientras para el segundo se habrá de implementar un método con el fin de determinar a qué región pertenece dicho píxel.

#### *2.4. Uso de luces nocturnas como variable proxy*

Las imágenes satelitales han sido comúnmente usadas para detectar y examinar atributos físicos en la superficie de la Tierra gene-

---

22 Si se desea conocer más sobre el tema, así como de la metodología utilizada en este trabajo, consultar Lowe (2014), en el apartado de referencias.

ralmente asociados con el clima, la temperatura, la topografía, entre otros. Su uso se ha extendido para estimar y en algunos casos medir características relacionadas con actividades humanas. Algunas de estas aplicaciones han sido: medir emisiones de CO<sub>2</sub> (Doll *et al.*, 2000), estimar poblaciones urbanas (Sutton *et al.*, 2006), mapear áreas propensas a incendios (Cova *et al.*, 2004), estimar densidad de población en zonas urbanas (Sutton, 1997; Sutton *et al.*, 2003) y examinar la expansión de asentamientos humanos (Burchfield *et al.*, 2006).

Uno de los pioneros en la utilización de imágenes satelitales para detectar actividad humana y obtener información fue Croft (1978), quien en su estudio evidencia la existencia de quemas de gas, fuegos naturales y provocados por la actividad agrícola, luces generadas por los botes de pesca en Japón, así como presencia de asentamientos humanos en las principales ciudades de Europa y Estados Unidos de América. El potencial del uso de las imágenes satelitales del DMSP-OLS para ubicar y examinar la presencia del hombre siguió durante la década de los ochenta (Welch, 1980; Foster, 1983).

En años más recientes, un gran número de autores han sacado provecho de las imágenes satelitales de luces nocturnas para generar diversos estudios sobre temas económicos.

En uno de ellos, Elvidge *et al.* (2001) indican la existencia de una relación lineal entre el crecimiento del PIB y el área iluminada por luces nocturnas, de igual manera mencionan un patrón similar cuando el área iluminada se compara con datos de consumo de energía eléctrica y emisiones provenientes del uso de carbón. Además, resaltan que una de las desventajas al utilizar la variable de densidad de población es que esta se define como un parámetro residencial, por lo que zonas de transportación, comerciales e industriales presentan baja densidad de población, aunque en muchos casos estas áreas tienen mayor presencia de personas durante el día que las zonas residenciales. A su vez, en un trabajo anterior se había encontrado una fuerte correlación ( $R^2=0.97$ )

entre áreas iluminadas y el PIB (ambos expresados en logaritmos) para 21 países (Elvidge *et al.*, 1997).

Por su parte, Sutton y Constanza (2002) sugieren que el PIB está correlacionado con la cantidad de luz que generan las ciudades, manifiestan que la cantidad de luz emitida es más explícita espacialmente que el PIB total de un país y que puede llegar a ser un indicador más preciso de actividad económica para algunas naciones o regiones, ya que puede ser observado directamente y se actualiza con facilidad en una base anual. Además, consideran que la actividad económica es un fenómeno fundamentalmente espacial.

Resultados similares encuentran Ebener *et al.* (2005), quienes desarrollan métodos para utilizar información espacialmente distribuida, tal como las luces nocturnas, con el fin de estimar y tratar de predecir el PIB nacional y subnacional en 170 países, agrupando a los países según el tipo de clima que predomina y el nivel de la producción agrícola usando el PIB por sectores. Concluyen que el método da buenos resultados a nivel subnacional para sectores con un PIB per cápita inferior a cinco mil dólares, ya que después de ese rango las estimaciones pueden ser menores al PIB per cápita real. Además, encuentran que las luces nocturnas son útiles en la generación de estimadores del PIB debido a que esta información es producida con cero relación a las cuentas nacionales oficiales, por lo que es posible asumir que se trata de una medida independiente. A nivel nacional, se puede decir que el método funciona mejor con países de bajos ingresos, de los cuales consideran que son los que tienen mayor necesidad de datos confiables para su desarrollo, ya que por lo general son los que cuentan con infraestructura estadística más pobre.

Sin embargo, también mencionan que este método de estimación no es una medida completamente independiente, ya que aún se utilizan las cuentas nacionales oficiales y supuestos sobre economía informal para encontrar los parámetros del modelo de regresión. Esto aplica también para otros estudios que han gene-



rado mapas a través de imágenes satelitales apoyados en datos oficiales (Doll *et al.*, 2006; Sutton y Constanza, 2002).

Doll *et al.* (2006) descubren que existe una relación lineal entre la intensidad de las luces nocturnas y el PIB a nivel subnacional en once países de la Unión Europea y Estados Unidos de América. A su vez, indican la necesidad de probar esta metodología en países en desarrollo donde las economías son diferentes, así como en economías emergentes que presentan los más altos índices de crecimiento.

Sutton *et al.* (2007) presentan dos métodos para estimar el PIB a nivel subnacional de China, India, Turquía y Estados Unidos de América en el año 2000. El primero reproduce esencialmente ideas presentadas anteriormente por Ebener *et al.* (2005), que consisten simplemente en valuar la suma de la intensidad de las luces observadas; mientras que el segundo método aplica un análisis espacial a los patrones de las luces nocturnas relacionadas con la densidad de población. El segundo método mostró mejores resultados que el primero, debido a que no sufría de saturación en los niveles más altos de intensidad. Al final, concluye que estos métodos podrían resultar útiles en naciones donde las medidas de actividad económica no fueran muy sofisticadas o hubiera carencia de ellas.

Siguiendo el mismo tema, Elvidge *et al.* (2007) afirman que las luces nocturnas proveen una *proxy* de utilidad para el desarrollo y tienen gran potencial para registrar presencia humana en la superficie de la Tierra y medir variables importantes, como crecimiento económico anual.

Uno de los primeros trabajos que se enfocan en México, de los que se tiene evidencia, es el de Ghosh *et al.* (2009), quienes realizan una estimación del sector informal y las remesas en México a nivel subnacional utilizando parámetros conocidos, obtenidos a partir de estudios aplicados a Estados Unidos. Resaltan también la importancia de mejores estimadores para el sector informal que podrían servir al desarrollo de políticas apropiadas y programas para aquellos que se encuentran en ese sector. De igual manera,

afirman que la relación entre las luces nocturnas y el crecimiento económico se da debido a que el incremento del ingreso de las personas mejora su situación económica, por lo que se asume que esos individuos harían un esfuerzo para mejorar su calidad de vida y adquirirían ciertos bienes de la vida moderna, incluyendo la electricidad. Por lo tanto, el esparcimiento de electricidad puede ser un indicador de desarrollo económico y se manifiesta a través del crecimiento del sistema eléctrico en ciudades, pueblos y comunidades.

Sin embargo, reconocen que este método se encuentra en la etapa exploratoria, ya que los resultados iniciales sugieren que se podrían alcanzar mejores resultados usando otros países, mejor resolución de las imágenes y datos de desagregación espacial más precisos.

Una aportación importante es la de Doll *et al.* (2004), quienes encuentran una relación entre luces nocturnas y datos del PIB para varios países de la Unión Europea y Estados Unidos de América. Resulta de singular interés este estudio, ya que se realiza a distintos niveles de desagregación sin encontrar diferencias notables en sus resultados; a su vez, sugieren que es posible utilizar el método para un nivel de desagregación más pequeño sin perder la esencia del resultado. Esto es clave para la realización del trabajo, ya que se pretende implementar un estudio de alcance estatal para datos municipales, donde no se cuenta con información disponible del PIB.

Algunos autores han ido más allá, generando mapas de actividad económica basándose en datos de luces nocturnas vistas desde el espacio. Doll *et al.* (2000) crearon el primer mapa global desagregado de este tipo, basado en una relación log-lineal entre áreas urbanas iluminadas y PPP oficial para una muestra de 46 países, usando una base de datos de seis meses de luces nocturnas entre 1994 y 1995. Aunque destacan la existencia de áreas de mejora para este método, ya que el supuesto de la relación entre luces nocturnas y actividad económica parece razonable en países altamente industrializados (donde la industria comprenda cerca

del 90 % de la economía), pero puede no ser válido en naciones donde la agricultura contribuye en gran medida a su economía. Esto es debido a que las luces no consideran la distribución espacial de la productividad agrícola, es decir, los mapas resultantes muestran la actividad de la agricultura en los pueblos que emiten luz y no en los campos donde esta se desarrolla.

De igual manera, Sutton y Constanza (2002) usaron una base de datos del periodo 1996-1997 para crear otro mapa con resolución de aproximadamente 1 km<sup>2</sup> que permitiera observar la actividad económica de mercado.

Otro ejemplo es Ghosh *et al.*, (2010), quienes generaron un mapa mundial de actividad económica nacional con datos de luces nocturnas para el año 2006. A su vez, desagregaron la información a nivel subnacional para los países de China, India, Estados Unidos de América y México, destacando las ventajas de utilizar este tipo de información por su flexibilidad para aplicarse en unidades de diferente tamaño (nacional, estatal, municipal e incluso aquellas de interés que no estén ligadas a fronteras políticas); también permite a los gobiernos y analistas examinar el crecimiento económico para la correcta implementación de políticas. Incluso podría beneficiar a investigadores involucrados en temas ambientales, físicos y otros análisis socioeconómicos. Otra de las virtudes que detectan es que se evitan problemas asociados a la recolección de datos por medio de censos y encuestas que pueden prestarse a subjetividades, a la vez que generalmente se realizan en intervalos entre cinco y diez años; mientras que los datos de las imágenes nocturnas se encuentran disponibles cada año. Por todo ello, concluyen que estas imágenes podrían servir de *proxy* para estimar el PIB en años donde no se hayan realizado censos.

Como es posible observar, anteriores estudios han demostrado que las luces nocturnas son un reflejo de actividad económica humana. Sin embargo, en la mayoría de estos solo se han estimado datos para un año, por lo que no había estudios que revelaran crecimiento económico. Henderson *et al.* (2012) realizaron un estudio tomando el periodo 1992-2006 y concluyen

que las luces nocturnas satelitales son una variable *proxy* útil para crecimiento económico en escalas temporales y geográficas donde las fuentes de información tradicional son de baja calidad o no se encuentran disponibles. A su vez, encontraron que la elasticidad de la intensidad de las luces nocturnas con respecto al PIB es cercana a uno, para países con ingresos de nivel bajo y medio. Además, se trata del primer estudio estadístico formal de este tipo, con un modelo econométrico basado en un importante supuesto: los errores provenientes del PIB y de las luces nocturnas no están correlacionados por ser obtenidos de fuentes totalmente diferentes. Cabe resaltar que este estudio servirá como base para el trabajo de investigación propuesto.

En los últimos años, las luces nocturnas obtenidas a través de imágenes satelitales se han utilizado para calcular el crecimiento económico regional en México. Estos trabajos también se han basado en la metodología de Henderson *et al.* (2012). Un ejemplo es el estudio de Ramírez *et al.* (2016), en el cual se realiza una estimación del crecimiento económico estatal de la República Mexicana y encuentran una correlación significativa entre el logaritmo del PIB y el logaritmo del total de luz sobre su superficie. Se considera importante mencionar que se utilizarán los resultados de este estudio para las estimaciones de crecimiento económico del presente trabajo.

A su vez, en el estudio de Llamosas *et al.* (2018) se realiza una medición de la actividad económica en las principales zonas turísticas de playa en México para el periodo a través de su luminosidad. Los resultados encontrados muestran que esta metodología ofrece una nueva serie de oportunidades para la medición económica de coyuntura en el país, al proveer nuevas herramientas para la medición de los cambios en la actividad económica a nivel regional, independientemente de las fronteras administrativas.

Por otro lado, existen autores que no han encontrado una relación significativa entre la luz nocturna visible desde el espacio y la actividad económica, tales como Chen y Nordhaus (2011), quienes señalan que la variable de luminosidad probablemente

pueda agregar valor como *proxy* para medir el producto en países con sistemas estadísticos pobres. Sin embargo, su valor agregado en naciones con buena infraestructura estadística es bajo debido a que el nivel de error es alto en comparación con los datos económicos estándar. Asimismo, manifiestan que los datos de luminosidad no permiten estimadores confiables en regiones de baja densidad de producción, puesto que los niveles de luces estables son muy bajos para ser distinguidos por el satélite y pueden establecerse como nulos, llegando a la conclusión de que los datos de luminosidad pueden constituir un suplemento de utilidad únicamente en países y regiones con indicadores económicos de baja calidad o donde no exista información.

Finalmente, Sutton (2003) no encontró resultados que pudieran conducir a considerar a las luces nocturnas como una buena *proxy*. De la misma manera, sugiere que los altos costos de las tierras en las costas y la presión por utilizar los territorios de manera intensiva probablemente hayan restringido el crecimiento urbano en esas regiones.

Después de examinar la literatura existente sobre el tema, queda claro que los hallazgos presentan opiniones encontradas. Mientras que la mayoría de los estudios sugieren que una relación entre las imágenes satelitales del DMS-OLS y actividad económica es posible, hay puntos de vista que difieren sobre la manera de utilizar estos datos y en qué países o regiones aportarían mejores resultados. Tal parece que la evidencia apunta a que la variable funciona mejor en países en desarrollo donde el nivel del producto no es tan alto y, por lo tanto, la intensidad de la luz no se ve saturada; sin embargo, también existe la idea de que para utilizar las luces nocturnas como indicador alternativo de actividad económica es necesario que las naciones en cuestión basen buena parte de su economía en el sector industrial, que es el que mayor cantidad de luz genera.

De igual manera, vale la pena resaltar que los estudios existentes han realizado su investigación a escala nacional o estatal (Ramírez, 2016), es decir, no hay evidencia de trabajos que se

enfocuen a regiones más pequeñas, tales como municipios, al menos en México. Por ello, el presente trabajo de investigación sería el primero en aplicar este método a nivel municipal.

## *2.5. Econometría espacial*

Son diversos los autores que han prestado atención a la econometría espacial y, por consiguiente, cada vez aparecen más estudios que hablan del tema. El enfoque sobre dependencia espacial se ha dado en varios campos de la economía. No solamente se utiliza en economía urbana, regional y estatal, donde es evidente la importancia de la localización y la interacción espacial; también en economía pública, agrícola y ambiental, así como en organización industrial se han aprovechado las propiedades de este tipo de estudios, donde el principal foco de atención es el estudio de relaciones espaciales entre actores económicos.

Una de las cuestiones importantes es cómo la actividad económica y los niveles de ingreso dependen en proximidad con la localización de principales centros económicos. De igual manera, es importante analizar qué factores determinan la existencia y la localización de estos centros de actividad. El razonamiento económico estándar, con rendimientos decrecientes, sugiere que la actividad económica tenderá a distribuirse uniformemente a lo largo del espacio. Sin embargo, esto no sucede: actualmente el mundo está caracterizado por agrupaciones espaciales de población, prosperidad y pobreza.

Este tipo de cuestiones pueden ser adaptadas a diferentes escalas espaciales. Estas pueden estar determinadas por el valor de la renta del terreno, el cual por lo general es más caro en el centro y va disminuyendo conforme se va acercando a las orillas. Así, la interacción espacial entre actores económicos puede ser utilizada para explicar la existencia de guetos o distritos industriales dentro una ciudad, ilustrar el desarrollo de sistemas de ciudades dentro de un país o explicar la persistencia de la desigualdad del ingreso en el mundo.

Una de las máximas para determinar lo anterior es que la distancia geográfica representa una barrera para la interacción económica. La mayor parte de esta interacción se da de manera local, aplicada a nuestro lugar de trabajo, el consumo de bienes y servicios, así como nuestras fuentes de información y de ideas. Los costos de la distancia están dados en parte por viajes directos o costos de fletes y también por los costos del tiempo y de la información. El tiempo de tránsito es caro, debido al costo mismo del tiempo y a una inflexibilidad asociada: decisiones de producción deben ser realizadas con anticipación si toma mucho tiempo hacer que los bienes lleguen al mercado (Harrigan & Venables, 2003). El intercambio de información y el aprendizaje a menudo requieren de interacción cercana o contacto cara a cara.

El costo de interacción económica obviamente ha cambiado a través del tiempo, y parte de la historia de la economía geográfica refleja que estos cambios han sido importantes para dar forma a la economía que tenemos hoy en día. Algunas formas de interacción se han vuelto mucho más baratas, esto es importante si se toma en cuenta que estudios muestran una disposición general a pagar un 0.5 % más del valor de un bien enviado por cada día de anticipación con el que se reciba, esto indica una gran importancia en cuanto a la proximidad (Hummels, 2001).

Las implicaciones de estos costos de interacción espacial en la estructura económica y los niveles de ingreso de economías remotas están dadas por efectos directos en el incremento en precios de bienes importados y el decremento en las ganancias sobre bienes exportados. Impactos en el ingreso y en la estructura de la economía pueden ser derivados mediante la identificación del acceso a los mercados que se tiene (Harris, 1954). Estudios recientes toman en cuenta el hecho de que no solo es importante el acceso a los mercados sino que los costos de bienes y equipos importados también influyen en el ingreso (Leamer, 1997; Hanson, 2005; Redding & Venables, 2004).

Los supuestos de la economía neoclásica implican que, dados los costos de interacción espacial, las actividades económicas esta-

rán dispersas y distribuidas equitativamente entre regiones. Esto se debe a que la producción no sujeta a rendimientos crecientes a escala estará limitada a cubrir solo la demanda local. Claramente, esta no es una buena descripción del mundo actual, donde el factor clave yace en el tratamiento de los rendimientos a escala. Solo en presencia de rendimientos crecientes existe una compensación entre producir en todos lados (con bajos costos de transporte pero a escala pequeña) y producir solo en ciertos puntos (con costos de transporte mayores y bajos costos de producción). De manera esencial, la eficiencia está limitada por el grado de alcance del mercado, y este a su vez está marcado por factores geográficos. Una vez reconocido esto, es posible que agrupaciones espaciales y aglomerados emerjan.

Como es explícito anteriormente, la existencia de rendimientos crecientes obliga a las empresas a elegir dónde establecer su producción. Es así como resulta más conveniente producir en un lugar con buen acceso a los mercados. A su vez, localidades con gran población cuentan con buen acceso a mercados, por lo que ofrecen salarios más altos.

Si la fuerza de trabajo es móvil, entonces los altos salarios atraerán inmigración de otras localidades, provocando mayor población y acceso a los mercados. Una retroalimentación positiva (de la población al tamaño del mercado, al establecimiento de empresas, a los altos salarios, y a la población de nuevo) provoca una fuerza de concentración. Por otro lado, en dirección contraria aparecen fuerzas de dispersión, tales como la variación de precios de los factores inmóviles de la producción y la necesidad de cubrir la demanda de consumidores que permanecen dispersos. La economía geográfica resultante entonces queda determinada por el balance entre estas fuerzas.

Otros de los factores que determinan la concentración de la economía son los vínculos entre las empresas y el mercado de trabajo, tal como lo afirma Marshall (1890). Empresas que ofertan bienes intermedios quieren establecerse cerca de sus empresas clientes, a quienes a su vez les interesa mantenerse cerca de sus



proveedores. Si estos vínculos son primordialmente intrasectoriales, entonces habrá concentración de empresas con actividades relacionadas, tal como lo describe el trabajo de Porter (1990). Alternativamente, si se trata de vínculos intersectoriales, entonces las fuerzas pueden llevar a la concentración de la producción como un todo.

Por otra parte, si se toma en cuenta el mercado laboral queda claro que una empresa establecida presenta una gran ventaja por el hecho de ofrecer un mercado constante para determinadas habilidades. Los empleadores saben que deben instalarse en algún lugar donde sea más probable encontrar una buena elección de trabajadores con las habilidades que requieren. A su vez, las personas que buscan empleo se dirigen de manera natural hacia los lugares donde abunden los empleadores necesitados de las habilidades que ellos poseen y por lo tanto es más probable que encuentren un buen trabajo.

Como se ha comentado, los principios de la geografía económica pueden ser aplicados a diferentes escalas sectoriales y espaciales. Sectorialmente, ofrecen un enfoque para pensar en la localización de la actividad moderna como un todo y también en agrupaciones sectoriales de actividades financieras, industriales o de investigación y desarrollo. Espacialmente, proveen ideas para la economía internacional, así como para estudios urbanos y regionales.

Las ciudades pueden derivar su existencia de una dotación inicial concentrada (un puerto o un depósito mineral) o de una fuente de trabajo (tal es el caso de instituciones de gobierno). Pero para la mayoría de las ciudades con rendimientos crecientes a escala hay una razón fundamental para su existencia y su éxito. Se cuenta con considerable evidencia de que la productividad se incrementa con el tamaño de las ciudades, una duplicación del tamaño de una ciudad lleva a un aumento de la productividad de entre 3 % y 8 % (Rosenthal & Strange, 2004). Por otro lado, el aumento de tamaño de las ciudades lleva también a un incremento en las externalidades negativas hacia sus habitantes (tales como el

aumento de tráfico, el congestionamiento del transporte público, entre otras).

Estos factores deben ser tomados en cuenta en ciudades con estructuras urbanas establecidas, donde generalmente son manifestadas en el contexto de regeneración urbana, extensión suburbana y el desarrollo de medios de transporte. Las externalidades recíprocas sugieren que es difícil establecer nuevas ciudades; los residentes iniciales no ven beneficios a escala en el corto plazo y presentan incertidumbre respecto al largo plazo. En este caso, las grandes ciudades pueden expandirse más allá del tamaño que es socialmente eficiente. Dado lo anterior, queda claro que aún queda mucho trabajo por realizar en el diseño de políticas económicas en estas situaciones.

Son diversos los estudios que han utilizado econometría espacial, entre sus aplicaciones se encuentran el análisis de patrones de gasto público en Estados Unidos de América (Case *et al.*, 1993), examinación y recreación de gastos por municipalidades en Los Angeles (Murdoch *et al.*, 1993), determinación de precios en mercados agrícolas (LeSage, 1993), excedentes potenciales de inversión en infraestructura pública (Holtz-Eakin, 1994), determinación del valor de las tierras (Benirschka & Binkley, 1994), elección de contratos de ventas al por menor para compañías de petróleo (Pinkse & Slade, 1995), interacción estratégica entre gobiernos locales (Brueckner, 1996) y modelos de decisiones de países para apoyar controles ambientales (Murdoch *et al.* 1996).

Existe evidencia de estudios anteriores donde se ha utilizado la econometría espacial para cuestiones de crecimiento económico a nivel subnacional. Un ejemplo es el trabajo de Curran (2009), donde estudia el crecimiento económico de Gran Bretaña a nivel subregional. Se utiliza un análisis espacial global y local a fin de obtener un mejor entendimiento del proceso de crecimiento en el periodo 1995-2004. A su vez, menciona el carácter espacial de los datos económicos, por lo cual este tipo de análisis ha recibido mayor atención en los últimos años.

Otro ejemplo es el trabajo de Lim & Kim (2015), donde utilizan un panel *data* espacial para encontrar señales de crecimiento económico sustentable mediante convergencia en los estados de la Unión Americana, utilizando ingreso per cápita para las áreas económicas de interés para el periodo 1969-2009. En este estudio encuentran fuerte correlación espacial entre los estados de esta nación.

Por su parte, Li & Fang (2016) realizan un análisis de crecimiento económico para las regiones de China implementando un modelo econométrico espacial. Al igual que en el trabajo mencionado anteriormente, aquí se utiliza la autocorrelación espacial entre las regiones para encontrar señales de convergencia en las áreas urbanas de China. En este estudio se refleja una fuerte aglomeración de la actividad económica, así como efectos espaciales significativos.

Asimismo, ha surgido un renovado enfoque en formas de comportamiento, en las cuales un actor económico imita o reacciona ante las acciones de otros actores. Ejemplos de lo anterior se encuentran en la nueva economía geográfica de Krugman (1991), en teorías de crecimiento endógeno (Romer, 1986) y en análisis de política local (Besley & Case, 1995). También vale la pena destacar que un enfoque espacial puede servir como apoyo en la aplicación de diversas políticas, tales como la designación de áreas para empresas de sectores estratégicos en economías en desarrollo y la identificación de mercados hipotecarios en áreas urbanas (Anselin & Bera, 1998).

### 3. Metodología

En este capítulo se plantea la metodología a utilizar en el presente trabajo de investigación. Inicia con una descripción de la metodología implementada por Henderson *et al.* (2012), con la cual se busca obtener datos estimados de crecimiento económico a partir de luces nocturnas captadas a través de imágenes satelitales, de

igual manera se explica cómo se utilizará dicho modelo para los datos a nivel municipal. La segunda parte del capítulo se centra en el modelo econométrico espacial que servirá para determinar el patrón de distribución del crecimiento económico en los municipios de Jalisco, así como para encontrar las variables que afectan dicho crecimiento.

### 3.1. Crecimiento económico a partir de luces nocturnas

Para obtener el crecimiento económico municipal se implementará la metodología de Henderson *et al.* (2012), donde sea  $y$  el crecimiento en el verdadero PIB real (con varianza  $\sigma_y^2$ ),  $z$  el crecimiento del PIB real medido a través de las cuentas nacionales y  $x$  el crecimiento observado en las luces. Para un estado  $j$  (obviando el subíndice de los años), se asume que existe un margen de error en el crecimiento del PIB real al ser medido con las cuentas nacionales oficiales:

$$z_j = y_j + \varepsilon_{z,j}, \quad 1)$$

Donde la varianza de  $\varepsilon_z$  se denota como  $\sigma_z^2$ . La relación entre el crecimiento de las luces nocturnas y el crecimiento del verdadero PIB real se encuentra dada por

$$x_j = \beta y_j + \varepsilon_{x,j} \quad 2)$$

Donde la varianza de  $\varepsilon_x$  es denotada como  $\sigma_x^2$ . De aquí es posible observar que el supuesto que se maneja en esta ecuación es el de la existencia de una elasticidad constante entre el total de luces observadas ( $X$ ) y el PIB real total ( $Y$ ):  $X_j = Y_j^\beta$ , donde  $\beta$  es la elasticidad de las luces nocturnas respecto al PIB real. Cabe destacar que al ser  $y$  la tasa de crecimiento del PIB real, se está asumiendo que las luces nocturnas crecen en la misma medida en que lo hace la población y el ingreso per cápita.

Otro de los supuestos más importantes de este modelo es que la medición del PIB mediante las cuentas nacionales oficiales y la que se pretende realizar con la cantidad de luces observadas desde el espacio son medidas independientes una de otra, ya que se obtienen de fuentes totalmente diferentes. Por lo que para efectos del presente trabajo se asume que no existe relación entre los términos de error de ambas medidas, es decir,  $cov(\varepsilon_x, \varepsilon_z)=0$ .

Analizando la ecuación (2), el término de error  $e_x$  se puede definir como el ruido con el que el crecimiento de las luces refleja crecimiento del PIB real. Entre las fuentes de este ruido se encuentra la diferencia entre la cantidad de luz que verdaderamente es emitida y la que detecta el satélite, además también está el hecho de que existe variación entre regiones por la diferente composición de su PIB, debido a las características de los sectores que predominan ahí. Por ejemplo, un crecimiento tanto en el sector industrial como en el agrícola representan un aumento del PIB, sin embargo, el crecimiento del sector industrial resulta en un mayor incremento en la emisión de luz que el que se da en el sector agrícola.

Para propósitos de predicción, debido a la falta de información sobre PIB a escala municipal y/o regional, se busca establecer una regresión de crecimiento económico sobre crecimiento de las luces nocturnas.

$$z_j = \hat{\psi}x_j + e_j \quad 3)$$

Donde  $\hat{\psi}$ , el parámetro estimado por OLS es igual a  $cov(x,z)/var(x)$ . Si se toma en cuenta que

$$Var(x) = \beta^2 \sigma_y^2 + \sigma_x^2$$

$$Cov(x, z) = \beta \sigma_y^2$$

Entonces la relación entre  $\hat{\psi}$  y el parámetro estructural  $\beta$  está dado por

$$\text{plim}(\hat{\psi}) = \frac{1}{\beta} \left( \frac{\beta^2 \sigma_y^2}{\beta^2 + \sigma_y^2 + \sigma_x^2} \right) \quad 4)$$

Mientras el parámetro  $\hat{\psi}$  es un estimador de la elasticidad inversa de las luces con respecto al PIB, la ecuación (4) indica que se trata de un estimador sesgado. Aunque la ecuación (3) muestra una mejor relación para utilizar las luces nocturnas como *proxy* del PIB. Denotando esta *proxy* como  $\hat{z}_j = \hat{\psi} x_j$ .

De esta manera, los valores del crecimiento del PIB basados en el crecimiento de las luces, es decir, utilizando la variable *proxy*  $\hat{z}$ , pueden ser creados para áreas subestatales, ya sean ciudades, municipios, regiones o zonas metropolitanas (donde no existe información disponible).

La capacidad de este modelo para predecir el PIB en los municipios puede variar entre regiones, dependiendo de los sectores que los compongan, de la división entre actividad económica diurna y la que se realiza durante la noche, así como de la densidad de población. De igual manera, la tecnología de las luces cambia a través del tiempo, lo que podría afectar la relación entre las luces observadas y el PIB. Es por eso que el término de error se generaliza de la siguiente manera:

$$\tilde{e}_{jt} = c_j + d_t + e_{jt} \quad 5)$$

Para un municipio o región  $j$  en un año  $t$ . Donde  $d_t$  controla por diferencias en la sensibilidad de los satélites a través de los años, así como de los cambios en la tecnología y en los costos de la energía eléctrica. Por su parte,  $c_j$  controla por diferencias culturales entre regiones en el uso de luces nocturnas y actividades económicas realizadas durante el día, al igual que por la composición del PIB, condiciones para generar electricidad, entre otros factores.

Cabe mencionar que en el presente trabajo se utilizarán datos del PIB estatal obtenidos a través del INEGI para obtener una elasticidad nacional de crecimiento económico y crecimiento de las luces nocturnas, lo cual se aplicará a los datos de luces munici-

pales para así obtener el crecimiento económico municipal estimado que servirá de base para el modelo econométrico espacial. Esto considerando lo sugerido por Doll (2004), que en su estudio sugiere que la desagregación de la información puede darse sin que haya cambios significativos en los resultados, por lo que se considera viable implementar los parámetros encontrados por Ramirez *et al.* (2016) a los datos municipales.

Asimismo, se determinará la validez de los datos estimados tomando en cuenta el grado de correlación que presente con indicadores económicos disponibles a nivel municipal.

### *3.2. Econometría espacial*

Una vez realizado el cálculo del PIB en los municipios de Jalisco, se procede a verificar una posible autocorrelación espacial, así como a determinar el comportamiento que sigue esta variable a nivel geográfico. Esto es posible a través de un modelo de econometría espacial.

Anselin (1988) define la econometría espacial como el conjunto de técnicas que trata con las peculiaridades causadas por el espacio en análisis estadísticos de modelos regionales. Mientras, Paelinck & Klaassen (1979) encuentran cinco características del área: 1. el rol de interdependencia espacial en modelos espaciales; 2. la asimetría en relaciones espaciales; 3. la importancia de factores explicativos localizados en otros espacios; 4. diferenciación entre interacción *ex post* y *ex ante*; y 5. modelación explícita del espacio.

La autocorrelación espacial es la concentración o dispersión de los valores de una variable en un mapa. Refleja el grado en que objetos o actividades en una unidad geográfica son similares a otros objetos o actividades en unidades geográficas próximas (Goodchild, 1987). Este tipo de autocorrelación prueba la primera ley geográfica de Tobler (1979) de que “todo está relacionado con todo lo demás, pero que las cosas cercanas están más relacionadas que las cosas distantes”.

De la misma manera, al hablar de autocorrelación espacial hay que tomar en cuenta que se refiere a las coincidencias de valores similares en localidades similares. En otras palabras, valores altos o bajos de una variable aleatoria tienden a agruparse en espacios comunes, a esto se le conoce como autocorrelación espacial positiva. Aunque se puede dar el caso de una autocorrelación espacial negativa —localidades que tienden a estar rodeadas por otras con valores muy diferentes a los suyos—, su comprobación implica una profunda revisión en los patrones de los valores y usualmente no se encuentra una interpretación concreta. Debido a lo anterior, se considera a la autocorrelación espacial positiva como la más intuitiva (Anselin & Bera, 1998).

La existencia de autocorrelación espacial positiva implica que una muestra contiene menos información que otra no relacionada. Para efecto de llevar a cabo inferencia estadística es necesario que esta pérdida de información sea detectada al momento de realizar la estimación de los parámetros, así como en la aplicación del test. Esta es la esencia del problema de la autocorrelación espacial en trabajos empíricos.

De manera formal, la existencia de autocorrelación espacial puede ser expresada por la condición:

$$\text{Cov}(y_i, y_j) = E(y_i y_j) - E(y_i) \cdot E(y_j) \neq 0 \quad \text{for } i \neq j \quad 6)$$

Donde  $y_i$  y  $y_j$  son observaciones de una variable aleatoria localizadas en el espacio  $i$  y  $j$ ,  $i$  y  $j$  pueden ser puntos o áreas geográficas. A priori, la existencia de una covarianza diferente de cero no representa nada *espacial*, solamente se vuelve espacial cuando las localidades  $i$  y  $j$  tienen una interpretación significativa en términos de estructura, interacción o relación entre las observaciones.

Hay dos enfoques principales en la literatura para medir estas interacciones entre variables. En geoestadística, todos los pares de localidades son ordenadas de acuerdo a la distancia que hay entre sí y la fuerza de esa correlación es expresada como una función continua de esta distancia usando un variograma (Cressie, 1993).



Esta herramienta permite analizar el comportamiento espacial de una variable sobre un área definida; de igual manera, es posible ver reflejada la distancia máxima y la forma en que un punto tiene influencia sobre otro punto a diferentes distancias.

En el segundo enfoque, se define una “vecindad” por cada punto geográfico, la cual consiste en aquellas ubicaciones que interactúan potencialmente con él. Por cada observación  $i$ , hay un ordenamiento espacial de ubicaciones  $j \in S_i$  (donde  $S_i$  se refiere a la vecindad), el cual puede ser utilizado para especificar un proceso estocástico espacial. De esta manera, la covarianza entre las observaciones no es modelada directamente, sino que sigue la forma particular del proceso estocástico.

Para la especificación de estas vecindades es necesaria la creación de una matriz de pesos  $W$ , la cual es una matriz de  $N \times N$ , positiva y simétrica; en la cual se expresa por cada observación (fila) aquellas ubicaciones (columnas) que pertenecen a su vecindad como valores diferentes a cero. De manera formal, se puede decir que  $w_{ij} = 1$  cuando  $i$  y  $j$  son *vecinos*, es decir, pertenecen a la misma vecindad;  $w_{ij} = 0$  en los otros casos. Por convención, los elementos de la diagonal de la matriz de pesos son fijados en cero. Asimismo, la matriz se estandariza de manera que los elementos de cada fila sumen uno. Entonces, los elementos de cada fila estandarizada estarían dados por  $w_{ij}^s = w_{ij} / \sum_j w_{ij}$ . Esto facilita su interpretación, ya que todos los pesos tienen valores entre cero y uno. Además, permite que los parámetros espaciales en varios procesos estocásticos sean comparables entre modelos. De forma operacional, la derivación de los pesos espaciales debe ser llevada a cabo a partir de un *software* de información geográfica.

En análisis de series de tiempo, los valores “vecinos” o cercanos a las observaciones pueden ser expresados fácilmente mediante un operador de rezago, representado por  $y_{t-k}$ , donde  $k$  representa el número de periodos de tiempo que la variable es rezagada. Sin embargo, en análisis econométrico espacial no existe un operador que sea el equivalente al operador de rezago. Solamente existe una solución potencial en caso de una distri-

bución regular de forma cuadrada, aunque no tan sencilla como en el caso de series de tiempo. Siguiendo el criterio de contigüidad, cada ubicación cuenta con cuatro *vecinos*:  $(i + 1, j)$  (este),  $(i - 1, j)$  (oeste),  $(i, j + 1)$  (norte) y  $(i, j - 1)$  (sur). Cada uno de ellos representado por una variable:  $y_{i+1,j}$ ,  $y_{i-1,j}$ ,  $y_{i,j+1}$  y  $y_{i,j-1}$ , cada uno de los cuales requiere su propio parámetro en el modelo espacial (Anselin & Bera, 1998).

En el caso de una estructura espacial irregular, como en el caso de la mayoría de las aplicaciones en economía, esta noción de operador espacial resulta impráctica. Esto se debe a que el número de operadores sería diferente para cada observación, haciendo muy complicado el análisis estadístico. Debido a lo anterior, se utiliza el concepto de *operador de rezago espacial*, el cual consiste en un promedio ponderado de los valores de las ubicaciones vecinas (Anselin & Bera, 1998). Los pesos están fijados y se consideran exógenos, similar a la distribución en series de tiempo. Formalmente, un operador de rezago espacial es obtenido como el producto de una matriz de pesos  $W$  con el vector de observaciones de una variable aleatoria  $y$  o  $W_y$ . Cada elemento de las *variables rezagadas espacialmente* es igual a  $\sum_j w_{ij} y_j$  al igual que un promedio ponderado de los valores de  $y$  en la vecindad  $S_i$ , esto considerando  $w_{ij} = 0$  para  $j \notin S_i$ .

En econometría espacial, la autocorrelación espacial es modelada mediante relaciones entre una variable  $y$  o un término de error  $\varepsilon$ , y una variable de rezago asociada  $W_y$  o  $W_\varepsilon$ , para una variable dependiente rezagada o un término de error rezagado, respectivamente.

Modelar una dependencia del rezago espacial es similar a la inclusión de un término autorregresivo de la variable dependiente ( $y_{t-1}$ ) en el contexto de series de tiempo. En econometría espacial esto se realiza utilizando un modelo autorregresivo espacial:

$$y = \rho W y + X\beta + \varepsilon \quad 7)$$

Donde  $y$  es un vector de  $N \times 1$  que contiene las observaciones de la variable dependiente,  $Wy$  es la correspondiente variable dependiente rezagada espacialmente para la matriz de pesos  $W$ ,  $X$  es una matriz de  $N \times k$  con las observaciones de variable exógenas,  $\varepsilon$  es un vector de  $k \times 1$  de términos de error,  $\rho$  es el parámetro autorregresivo espacial y  $\beta$  es un vector de  $k \times 1$  de coeficientes. La presencia del término espacial de rezago  $Wy$  en el lado derecho de la ecuación provoca que la correlación con el término de error sea diferente de cero, esto es similar a la presencia de una variable endógena. Esto puede ser observado mediante una reformulación del modelo

$$y = (I - \rho W)^{-1} X \beta + (I - \rho W)^{-1} \varepsilon \quad (8)$$

La matriz inversa  $(I - \rho W)^{-1}$  es de rango completo pero no es triangular como en el caso de series de tiempo (donde la dependencia es unidireccional), llevando a una serie infinita de términos de error de todas las ubicaciones  $(I + \rho W + \rho^2 W^2 + \rho^3 W^3 + \dots) \varepsilon$ . Es posible, entonces, identificar que  $(Wy)_i$  contiene el elemento  $\varepsilon_i$ , así como otro  $\varepsilon_j$ ,  $j \neq i$ . Por consiguiente,

$$E[(Wy)_i \varepsilon_i] = E[(W(I - \rho W)^{-1} \varepsilon)_i \varepsilon_i] \neq 0 \quad (9)$$

Esta particular estructura de la varianza hace que la simultaneidad en el término  $Wy$  deba ser tomada en cuenta explícitamente en una estimación de máxima verosimilitud (cuya explicación se encuentra más adelante) o a través del uso de un conjunto de variables instrumentales. Cuando una variable dependiente rezagada espacialmente es ignorada en la especificación de un modelo pero está presente en el proceso de generación de datos, aparece el error de especificación por variable omitida. Esto implica que los estimadores de OLS en un modelo no espacial resulten sesgados e inconsistentes.

Una segunda manera de incorporar autocorrelación espacial en un modelo de regresión es especificando un proceso espacial para los términos de error. La especificación más común está dada por la ecuación

$$y = X\beta + \varepsilon \quad 10)$$

Tal como una regresión lineal con un vector de errores  $\varepsilon$  y

$$\varepsilon = \lambda W\varepsilon + \xi \quad 11)$$

Donde  $\lambda$  es el coeficiente espacial autorregresivo para el rezago del error  $W\varepsilon$  (para distinguir del coeficiente espacial autorregresivo  $\rho$ ), y  $\xi$  es un término de error no correlacionado. De manera alternativa, se puede expresar como

$$y = X\beta + (I - \lambda W)^{-1}\xi \quad 12)$$

Y la covarianza

$$E[\varepsilon\varepsilon'] = \sigma^2(I - \lambda W)^{-1}(I - \lambda W')^{-1} = \sigma^2[(I - \lambda W)'(I - \lambda W)]^{-1} \quad 13)$$

La dependencia espacial del error puede ser interpretada como un inconveniente (y el parámetro  $\lambda$  como un parámetro inconveniente), en el sentido de que refleja una autocorrelación espacial en la medición de los errores o en variables que no están consideradas en el modelo.

Al momento de estimar modelos que siguen un proceso espacial es preferible considerar las  $N$  observaciones como la simple realización de un proceso, en vez de como piezas independientes de información (tal como en el caso de series de tiempo). De igual manera, resulta más sencillo realizar la estimación apoyado en las propiedades asintóticas de los procesos estocásticos, a fin de que la teoría pueda ser sostenida por la evidencia empírica.

Una de esas propiedades es la de *estacionariedad espacial*, la cual impone la condición de que cualquier distribución conjunta de la variable aleatoria bajo la consideración de un subconjunto de ubicaciones depende únicamente de la posición relativa de estas observaciones en términos de su orientación y distancia relativa. Una noción menos estricta es la de isotropía, para la cual solo importa la distancia, dejando de lado su orientación. Para propósitos prácticos, las condiciones de estacionariedad e isotropía resultan demasiado demandantes y difícilmente verificables. Entonces, se imponen condiciones más débiles en la forma de estacionariedad del primero (esperanza) y segundo momento (varianza, covarianza o autocorrelación espacial).

De esta manera, con un enfoque econométrico espacial se puede considerar un modelo de rezago espacial como un caso especial de endogeneidad con dependencia. Asimismo, un modelo de error espacial es un caso especial de término de error no esférico. Ambos pueden ser abordados mediante teoría econométrica, aunque no como una extensión directa de series de tiempo análogas.

Como se explicó anteriormente, los estimadores de OLS pueden resultar sesgados e inconsistentes debido a la presencia de correlación entre la variable de rezago y el término de error. En este caso, un análisis mediante máxima verosimilitud puede resultar idóneo. El primer acercamiento a la estimación de máxima verosimilitud en modelos de regresión que incorporaban autocorrelación espacial en la forma de rezago espacial o término de error espacial fue dado por Ord (1975). El punto de partida es una distribución normal conjunta para los errores en el modelo, de la cual se deriva la función de verosimilitud. Un aspecto a resaltar de esta función es el jacobiano de la transformación, la cual toma la forma  $|I - \rho W|$  y  $|I - \lambda W|$  para los modelos de rezago espacial y de error espacial autorregresivo, respectivamente.

Como se comentó en párrafos anteriores, a diferencia del caso de series de tiempo, el jacobiano espacial no es el determinante de una matriz triangular, sino de una matriz completa. Esto com-

plicaría el análisis considerablemente, sin embargo, Ord (1975) demostró que este puede ser expresado en función de los valores propios  $\omega_i$  de la matriz de pesos como

$$|I - \rho W| = \prod_{i=1}^N (1 - \rho \omega_i) \quad (14)$$

Utilizando esta simplificación, bajo el supuesto de normalidad, la función de logaritmo de máxima verosimilitud para el modelo de rezago espacial está dada por la ecuación

$$L = \sum_i \ln (1 - \rho \omega_i) - \frac{N}{2} \ln(2\pi) - \frac{N}{2} (\sigma^2) - \frac{(y - \rho W y - X\beta)'(y - \rho W y - X\beta)}{2\sigma^2} \quad (15)$$

Mientras que los estimadores de máxima verosimilitud para  $\beta$  y  $\sigma^2$  para un modelo de rezago espacial son obtenidos mediante

$$\beta_{ML} = (X'X)^{-1}X'(I - \rho W)y \quad (16)$$

y

$$\sigma_{ML}^2 = \frac{(y - \rho W y - X\beta_{ML})'(y - \rho W y - X\beta_{ML})}{N} \quad (17)$$

Para efectos del presente trabajo se abordará la posible autocorrelación espacial a nivel municipal tomando como variable endógena, en todos los casos, el crecimiento económico municipal estimado a partir de las luces nocturnas, tomando como variables exógenas algunas de carácter geográfico y socio-demográfico, tales como la distancia del municipio en cuestión respecto a la capital del estado, su densidad de población, la tasa de crecimiento anual promedio de la población y el número de años promedio de educación. Otras variables a tomar en cuenta son el número de personas aseguradas por el IMSS e índices de desarrollo tanto humano (IDH) como municipal (IDM). Dichas variables se consideran determinantes de crecimiento económico; a su vez, es conveniente recalcar el hecho de que la cantidad de información

disponible a escala municipal es limitada, tanto en el número de bases de datos como en los periodos que estas abarcan.

La matriz de pesos  $W$  se realiza en base a las coordenadas geográficas (latitud y longitud) de los municipios, tomando como base su centroide. De esta manera, se genera una matriz  $W$  de tamaño  $125 \times 125$ , la cual es estandarizada para asegurar que los valores vecinos se suavicen, ya que la suma de los pesos positivos es igual a uno.

Cabe destacar que para el presente trabajo se consideraron varias matrices  $W$  definidas por diferentes criterios, tales como contigüidad (tipo torre y tipo reina), por una cantidad  $m$  de vecinos más cercanos, así como por distancia euclidiana. Este último tipo de criterio fue el que se decidió utilizar para los estudios que se presentan más adelante, debido a que fue el que mostró mejor desempeño en cuanto a indicadores y al comportamiento de sus residuales.

Asimismo, se opta por utilizar estimaciones por máxima verosimilitud debido a que existe correlación entre los términos de error y, por lo tanto, el método de OLS presentaría estimadores sesgados e inconsistentes. Se utilizarán estimaciones tanto para la dependencia del rezago espacial como para dependencia del término de error de rezago.

### 3.2.1. Tests de autocorrelación espacial

Al igual que en las corrientes principales de la literatura econométrica, en econometría existen diferentes tests para probar ciertas propiedades de los estimadores. De estos tests sobresale el test  $RS$  (por *Rao score test*) creado por Rao (1947), conocido también como multiplicador de Lagrange. Rápidamente, este test se volvió muy popular debido a la facilidad que representaba a nivel computacional comparado con los otros dos tests asintóticos equivalentes: la razón de verosimilitud ( $LR$ , por *likelihood ratio*) y el test de Wald ( $W$ ).

Se presentan las características de los diferentes tests a utilizar en el presente trabajo, los cuales se realizarán bajo el modelo RS debido a la conveniencia que representa trabajar bajo la hipótesis nula, caso contrario de los métodos LR y W donde se utiliza una hipótesis alternativa, lo cual resulta muchas veces más complicado.

### 3.2.1.1. Test I de Moran

Este test (Moran, 1950) fue originalmente desarrollado como un test bidimensional análogo al test de significancia en correlación serial para series de tiempo univariadas. El estadístico se encuentra formalmente representado mediante la siguiente ecuación

$$I = \left(\frac{N}{S_0}\right) \left(\frac{e'We}{e'e}\right)$$

Donde  $e = y - X\hat{\beta}$  es un vector de residuales de OLS,  $\hat{\beta} = (X'X)^{-1}X'y$ ,  $W$  es la matriz de pesos espaciales,  $N$  es el número de observaciones, y  $S_0$  es un factor de estandarización igual a la suma de pesos espaciales,  $\sum_i \sum_j w_{ij}$ . Para una matriz de pesos espaciales estandarizada (como el caso del presente trabajo),  $S_0$  se simplifica como  $N$  y el estadístico se vuelve

$$I = \frac{e'We}{e'e}$$

Este estadístico no se deriva de ningún supuesto, lo cual lo convierte en el utilizado de manera más amplia. En su lugar, se asume como un simple test de correlación entre los vecinos más cercanos. Por consecuencia, se le pueden dar diferentes interpretaciones.

Este test puede ser definido de manera simple como una medida de autocorrelación espacial global de la muestra. En otras palabras, mide cómo un objeto es similar a otros que se encuentran cercanos, es decir, estas observaciones no son independientes. Tiene un valor que se halla en el intervalo  $[-1,1]$  donde:



- -1 puede interpretarse como una dispersión perfecta.
- 0 significa que no existe autocorrelación (valores totalmente aleatorios).
- +1 indica perfecta correlación de las observaciones.

Al igual que los demás tests explicados en este apartado, la hipótesis nula es que no existe correlación espacial.

### 3.2.1.2. Test por dependencia del error

En este test la hipótesis alternativa está dada a través del proceso de generación de datos de  $\varepsilon$ , i.e.,

$$\varepsilon = \lambda W\varepsilon + \xi$$

Y hacemos la prueba para  $\lambda = 0$ . En este caso, el test RS puede usar los estimadores por OLS del modelo de regresión como base. De esta manera

$$RS = d'(\tilde{\theta})J(\tilde{\theta})^{-1}d(\tilde{\theta}) \quad (18)$$

Donde  $d(\theta) = \partial L(\theta)/\partial \theta$  es el vector de puntuaciones,  $J(\theta) = -E[\partial^2 L(\theta)/\partial(\theta)\partial(\theta)']$  es la matriz de información,  $L(\theta)$  es la función de verosimilitud y  $\tilde{\theta}$  es el estimador de máxima verosimilitud restringida del parámetro  $\theta$ . Asimismo, el test queda basado principalmente en las puntuaciones con respecto a  $\lambda$ , tal que

$$d_\lambda = \left. \frac{\partial L}{\partial \lambda} \right|_{\lambda=0} = \frac{\varepsilon' W \varepsilon}{\sigma^2} \quad (19)$$

Finalmente, después de resolver  $J(\theta)$  bajo  $H_0$  se tiene el estadístico

$$RS_\lambda = \frac{\bar{d}_\lambda^2}{T} = \frac{[\frac{\varepsilon' W \varepsilon}{\sigma^2}]^2}{T} \quad (20)$$

Donde  $T = \text{tr}[(W' + W)W]$ . Entonces el test requiere únicamente estimadores por OLS y bajo  $H_0$ ,  $RS_\lambda \xrightarrow{D} \chi_1^2$ .

### 3.2.1.3. Test por dependencia espacial

En este test se prueba la hipótesis nula,  $H_0: \rho = 0$ , usando la función de logaritmo de verosimilitud, de manera que la puntuación respecto a  $\rho$  queda definida como

$$d\rho = \left. \frac{\partial L}{\partial \rho} \right|_{\rho=0} = \frac{\varepsilon' W y}{\sigma^2} \quad (21)$$

Y el estadístico RS se encuentra dado por

$$RS_\rho = \frac{d_\rho^2}{\tilde{T}_1} = \frac{[\frac{\varepsilon' W y}{\sigma^2}]^2}{\tilde{T}_1} \quad (22)$$

Donde en  $\tilde{T}_1$ ,  $\beta$  y  $\sigma^2$  son reemplazados por  $\tilde{\beta}$  y  $\tilde{\sigma}^2$  respectivamente. Además, bajo la hipótesis nula  $H_0: \rho = 0$ ,  $RS_\rho \xrightarrow{D} \chi_1^2$ .

### 3.2.1.4. Test por dependencia espacial y del error

Los tests descritos anteriormente pueden ser tomados como tests unidireccionales, ya que están diseñados para probar una simple especificación asumiendo que el resto del modelo está especificado correctamente. Por ejemplo, al aplicar el test  $RS_\lambda$  bajo la hipótesis nula  $H_0: \lambda = 0$  se asume que  $\rho = 0$ . Debido a la naturaleza de la matriz de información, este test no resultaría válido en el caso que  $\rho \neq 0$ . Para evaluar los efectos de  $\rho \neq 0$  en  $RS_\lambda$ , es necesario reescribir el modelo de manera que tanto la autocorrelación espacial del error como del rezago estén presentes:

$$y = \rho W_1 y + X\beta + \varepsilon \quad (23)$$

$$\varepsilon = \lambda W_2 \varepsilon + \xi \quad \xi \sim N(0, \sigma^2 I) \quad (24)$$

Donde  $W_1$  y  $W_2$  son matrices de pesos espaciales asociadas a la variable dependiente rezagada espacialmente y a los errores espaciales autorregresivos, respectivamente. Vale la pena resaltar que para la correcta especificación del modelo se requiere que  $W_1 \neq W_2$  o que la matriz  $X$  contenga al menos una variable exógena adicional al término constante.

Para una estimación válida del modelo es menester tomar en cuenta una posible dependencia del rezago espacial mientras se realiza el test por dependencia del error y viceversa. Una de las alternativas, la cual se realizará más adelante, es la de probar la hipótesis nula  $H_0: \lambda = \rho = 0$  utilizando el principio de RS, lo cual permite que el modelo pueda ser implementado con residuales de OLS. El test conjunto resultante está dado por

$$RS_{\lambda\rho} = \tilde{E}^{-1}[(\tilde{d}_\lambda)^2 \frac{\tilde{D}}{\tilde{\sigma}^2} + (\tilde{d}_\rho)^2 T_{22} - 2\tilde{d}_\lambda \tilde{d}_\rho T_{12}] \quad (25)$$

Donde  $E = \left(\frac{D}{\sigma^2}\right) T_{22} - (T_{12})^2$ . Es posible identificar que este test conjunto no solo depende de  $d_\lambda$  y  $d_\rho$ , sino también de su factor de interacción con un coeficiente  $T_{12}$ . Aunado a esto, la expresión puede simplificarse asumiendo que las matrices de pesos  $W_1$  y  $W_2$  son idénticas, lo cual sucede generalmente en la mayoría de los casos. De este modo,  $W_1 = W_2 = W$ ,  $T_{11} = T_{21} = T_{22} = T = \text{tr}[(W' + W)W]$  y la ecuación anterior queda reducida a

$$RS_{\lambda\rho} = \frac{\tilde{d}_\lambda^2}{T} + \frac{(\tilde{d}_\lambda - \tilde{d}_\rho)^2}{\tilde{\sigma}^{-2}(\tilde{D} - T\tilde{\sigma}^2)} \quad (26)$$

Bajo  $H_0: \lambda = \rho = 0$ ,  $RS_{\lambda\rho}$  convergerá a una  $\chi^2$  central con dos grados de libertad.

#### 4. Datos

En este apartado se proporciona una breve descripción de las variables a utilizar en los modelos econométricos, definiendo la

fuelle de donde se obtuvieron, la manera en que se calculan y por qué se han elegido para formar parte del presente trabajo.

Como se mencionó anteriormente, la fuente principal de información de este trabajo son las luces nocturnas obtenidas a partir de imágenes satelitales proporcionadas por agencias de Estados Unidos de América. Aun así, para poder realizar el análisis econométrico espacial se toman en cuenta variables de carácter geográfico, social y económico a fin de identificar los factores que inciden en el desarrollo económico municipal. Estos datos fueron obtenidos a partir de reportes generados por el Instituto de Información Estadística y Geográfica (IIEG) Jalisco, el Sistema Estatal y Municipal de Base de Datos (SIMBAD) del INEGI y el Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED).

Entre las variables a utilizar destacan la distancia en kilómetros a la capital, la cual se midió tomando en cuenta el centroide de cada municipio con respecto al de Guadalajara. La densidad de población y la tasa de crecimiento se calcularon con base en el Censo de Población y Vivienda 2010 del INEGI (censo más actual dentro del periodo de estudio), para el caso de la densidad de población se tomó el total de personas de cada municipio sobre su área en kilómetros cuadrados. El número de años promedio de educación por municipio se obtiene también a partir de este censo.

El índice de desarrollo municipal (IDM) se obtuvo de la base de datos del IIEG para el año 2012, este se calcula a partir de cuatro dimensiones: ambiental, económica, institucional y social. La dimensión ambiental toma en cuenta el acceso al agua entubada, drenaje, y el total de viviendas habitadas; la económica se alimenta de datos de empleo y valor agregado bruto municipal; por su parte, la institucional mide el esfuerzo tributario y la participación ciudadana; por último, la dimensión social tiene como base la tasa de mortalidad infantil y la población con primaria terminada o más. Se espera que esta variable muestre una correlación positiva con los datos de crecimiento económico, ya que parte de la información necesaria para su cálculo también es de naturaleza económica.

Por otro lado, el índice de desarrollo humano (IDH) es obtenido a partir de informes del INAFED y se calcula tomando en cuenta variables de salud, educación y nivel de vida, para efectos de este estudio se toman los datos del 2012. Al igual que el IDM, se cree que esta variable debería mostrar una correlación positiva con el crecimiento económico municipal.

Mención aparte merece la variable del nivel inicial del PIB (año 1992 para efectos de este estudio), la cual se introduce con la intención de encontrar evidencia de convergencia (Barro & Sala-i-Martin, 1991), la cual se ha identificado en otros estudios de crecimiento económico regional en México (Cabral & Mollick, 2012; Dapena *et al.*, 2017).

Estas variables fueron seleccionadas entre muchas otras debido a que se consideran las más representativas entre los datos disponibles que se encuentran a nivel municipal, ya que gran parte de las estadísticas no existen para algunos municipios debido a la aún débil infraestructura estadística regional.

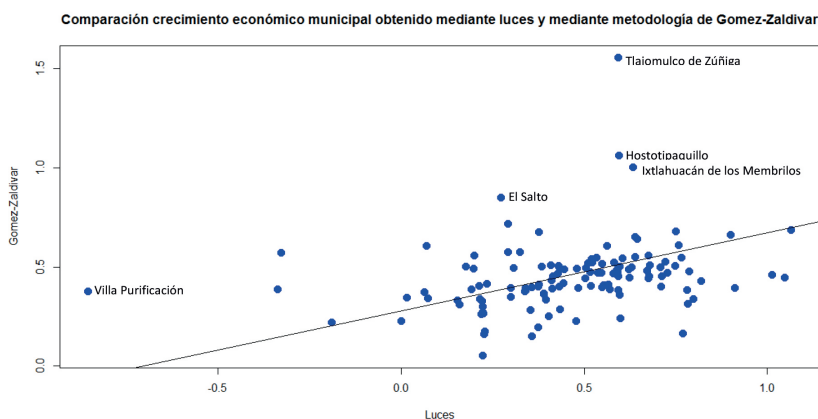
## 5. Resultados

Se realizó una comparación de los datos de crecimiento económico obtenidos mediante el uso de luces nocturnas y mediante la metodología aplicada por Gomez-Zaldivar (2010), para verificar en qué medida las luces nocturnas pueden predecir el crecimiento económico en los municipios. Se encontró que existe un coeficiente de correlación de 0.40 con el 99 % de significancia, lo cual se considera un buen indicador de que las luces obtenidas a través de imágenes satelitales pueden ser una valiosa fuente de información para estudios económicos a nivel subnacional.

Como es posible apreciar en la figura 2, la mayoría de las observaciones siguen la pendiente marcada por la regresión. Sin embargo, algunos municipios, como Tlajomulco de Zuñiga, El Salto, Ixtlahuacán de los Membrillos, Hostotipaquillo y Villa Purificación, se salen un poco de la tendencia; resulta interesante

notar que los tres primeros municipios antes mencionados pertenecen o son vecinos de la ZMG, a la vez que resultan ser los que mayor crecimiento económico presentan. Las diferencias de los resultados obtenidos mediante las dos metodologías pueden ser deberse al empleo de fuentes distintas de información. El método aplicado por Gomez-Zaldivar utiliza el PIB estatal por sectores dividido entre el número de personas ocupadas en dichos sectores por municipio; dicho método puede ser afectado por la periodicidad entre censos de los cuales se obtiene esta información; de igual manera, no considera factores tales como la migración y el envío de remesas, el trabajo informal, entre otros. Por su parte, la metodología usada en el presente trabajo puede contener un factor de error dado por las características de los satélites que toman las fotos, así como por las distintas actividades económicas realizadas en los municipios, las cuales no utilizan la misma cantidad de luz para producir.

**Figura 2**  
Gráfico de la regresión comparando la metodología  
de Gomez-Zaldivar y Henderson



Fuente: Elaboración propia.

Aun con estas diferencias, se considera viable la utilización de la presente metodología para realizar el estudio del crecimiento económico en los municipios de Jalisco y someterla a pruebas

para determinar las variables que inciden en su comportamiento, así como la distribución espacial que esta sigue.

Al observar los datos de las luces nocturnas en los municipios de Jalisco, es interesante la forma en que han evolucionado a través del tiempo. La tabla 1 muestra cómo se encuentran distribuidos los píxeles de acuerdo con su DN, donde es posible observar un gran contraste entre la Zona Metropolitana de Guadalajara<sup>23</sup> (ZMG) y el resto del estado. Mientras que en Jalisco los píxeles que no cuentan con iluminación representan más de la mitad del total para los tres años mostrados, para la ZMG solamente representan niveles menores al 10 % para 1992 y 5 % para 2002 y 2013. Si se toman en cuenta también los píxeles que presentan iluminación baja (con DN de hasta 10), los resultados muestran una desigualdad aún mayor, ya que, por un lado, en el estado de Jalisco más del 90 % de los píxeles contenidos dentro de su territorio tienen iluminación baja o nula, caso contrario a la ZMG, donde solo alrededor del 30 % (y poco más de 40 % en 1992) de los píxeles muestran esos valores.

**Tabla 1**

Luces nocturnas en Jalisco y Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG)

| DN      | Jalisco |         |         | ZMG     |         |         |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|         | 1992    | 2002    | 2013    | 1992    | 2002    | 2013    |
| 0       | 78.61 % | 58.99 % | 62.44 % | 8.85 %  | 3.42 %  | 4.76 %  |
| 1 a 10  | 16.52 % | 33.52 % | 28.28 % | 34.33 % | 29.90 % | 22.66 % |
| 11 a 20 | 2.48 %  | 4.09 %  | 4.82 %  | 17.20 % | 16.93 % | 11.97 % |
| 21 a 62 | 1.94 %  | 2.86 %  | 3.82 %  | 25.44 % | 32.42 % | 39.76 % |
| 63      | 0.45 %  | 0.54 %  | 0.64 %  | 14.18 % | 17.33 % | 20.85 % |

Fuente: elaboración propia a partir de datos obtenidos de imágenes del DMSP-OLS.

Tomando en cuenta lo anterior, es en cierta manera lógico que el contraste sea visible observando el número de píxeles con

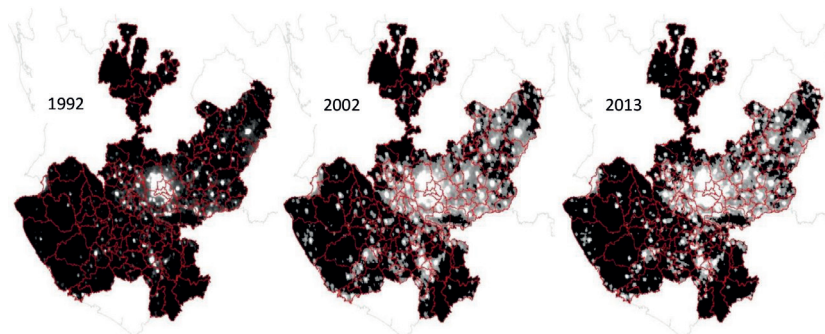
23 Para efectos de este estudio se considera que la ZMG está conformada por seis municipios (Guadalajara, Zapopan, Tonalá, San Pedro Tlaquepaque, El Salto y Tlajomulco de Zúñiga).

alta luminosidad.<sup>24</sup> Menos de 1 % para Jalisco y entre 15 % y 20 % para la ZMG.

La figura 3 presenta las luces nocturnas en el estado de Jalisco para los años 1992, 2002 y 2013. Esto permite una mejor visualización de lo expresado anteriormente, ya que en ella es posible observar cómo existe una clara concentración de luminosidad en la zona centro del estado, a la que pertenece la ZMG, la cual va creciendo al correr de los años. También se pueden apreciar pequeñas concentraciones de luz en la región sur del estado, que rodea al Nevado de Colima, la zona de los Altos y en Puerto Vallarta, todo esto a partir del año 2002.

Por el contrario, pareciera que el resto del estado permanece “a oscuras”, debido a que no presenta mayores cambios en su nivel de luminosidad, el cual puede considerarse como bajo o nulo.

Figura 3  
Luces nocturnas en el estado de Jalisco



Fuente: elaboración propia a partir de imágenes del DMSP-OLS.

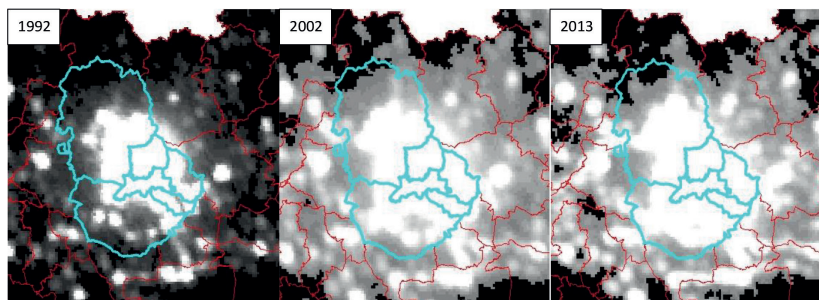
En el caso específico de la ZMG, la figura 4 es un reflejo claro de la concentración que existe en el área, aquí es notable cómo se forma una mancha cada vez más blanca al paso de los años, cubriendo casi la totalidad de estos municipios, los cuales están resaltados en color azul para su fácil ubicación. Dicha mancha se

24 En este caso se considera a los píxeles con DN de 63 como de alta luminosidad.



extiende incluso más allá de sus fronteras, alcanzando los municipios vecinos.

**Figura 4**  
Luces nocturnas en la ZMG



Analizando cuidadosamente las imágenes correspondientes a los años 2002 y 2013, es posible advertir un fenómeno curioso. La mancha de luz del año 2002 da la impresión de abarcar un área mayor a la del 2013, es decir, se aprecia una ligera contracción de la luminosidad. Sin embargo, la parte central de esta mancha, que es la más brillante (blanca), se va expandiendo. De esta manera, pareciera que se está absorbiendo la luz de las orillas para concentrarse en el centro.

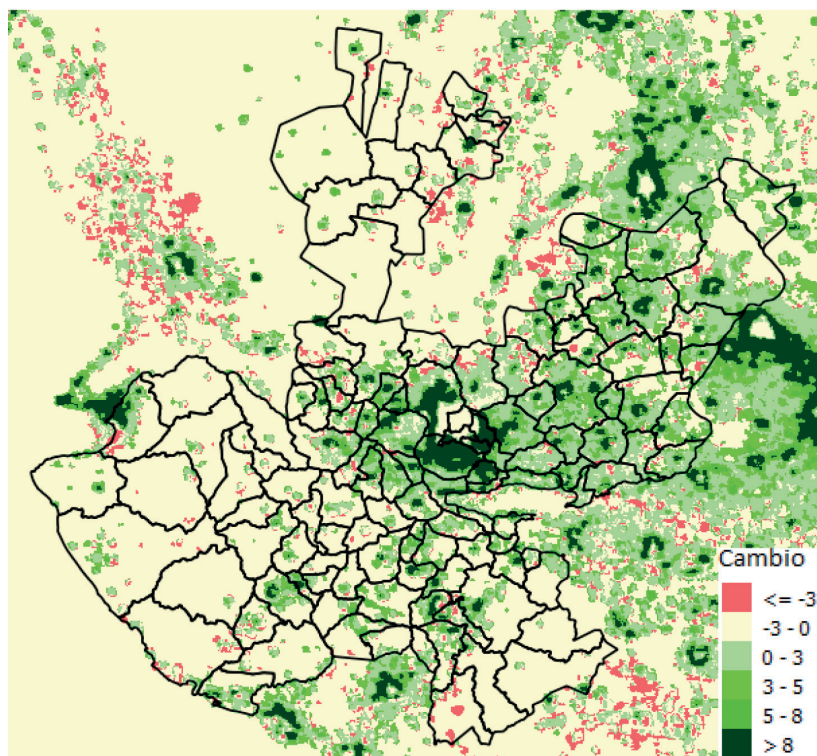
Estos resultados muestran, a priori, una alta concentración de luz en la zona centro del estado, donde la mayor parte de las actividades económicas se llevan a cabo en la capital Guadalajara y municipios aledaños, lo cual supondría que estos municipios presenten un mayor crecimiento económico que el resto del territorio. Sin embargo, también surge la posibilidad de que, en cierto grado, las zonas aledañas a la ZMG puedan presentar crecimiento negativo debido a que la actividad económica que se realiza ahí es absorbida y concentrada en la ZMG.

La figura 5 muestra los cambios en la intensidad de la luz para el periodo 1992-2013. En ella es posible confirmar que la zona con mayor crecimiento ha sido la ZMG. De igual manera, la región

Sur, la zona de los Altos y Puerto Vallarta exhiben un crecimiento notable, aunque en menor medida.

Figura 5

Cambio en la intensidad de la luz por pixel en Jalisco, periodo 1992-2013



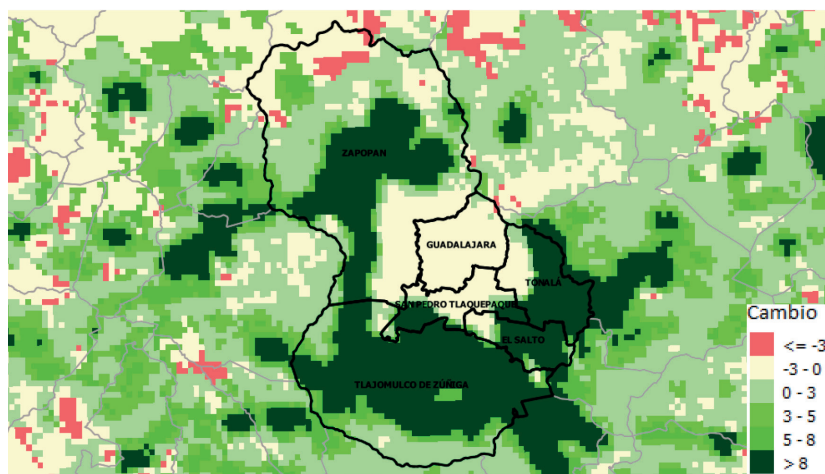
También se pueden apreciar algunos puntos donde la intensidad de la luz disminuyó durante ese periodo. Curiosamente, la mayoría de ellos se encuentran junto a zonas con crecimiento importante.

Esto se puede visualizar de mejor manera en las figuras 6 y 7, las cuales hacen un acercamiento a la ZMG y a Puerto Vallarta, respectivamente. Es claro cómo las zonas con crecimiento negativo son aledañas a otras con crecimiento medio, las cuales a su

vez rodean áreas con un índice de crecimiento cada vez mayor. Este fenómeno indica que las regiones cercanas a otras con índice de crecimiento medio pueden ser impactadas positiva o negativamente, dependiendo de si se encuentran dentro o fuera de la zona de concentración de la luz.

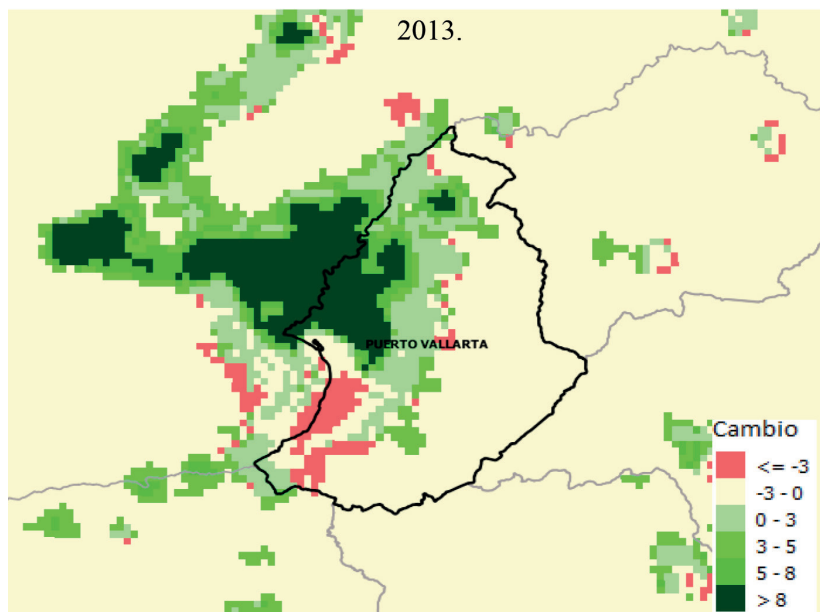
Figura 6

Cambio en la intensidad de la luz por píxel en ZMG, periodo 1992-2013



Otro aspecto a resaltar en la figura 6 es que el área central de la ZMG, el cual corresponde en su mayoría al municipio de Guadalajara, muestra un crecimiento nulo. Esto se debe a la saturación en el nivel de luminosidad de los píxeles que lo componen, lo cual puede suponer también, en cierta manera, una saturación en la actividad económica de la zona. Como consecuencia, el área que rodea esa zona presenta niveles de crecimiento muy altos debido a la desproporcionada expansión horizontal de la ciudad.

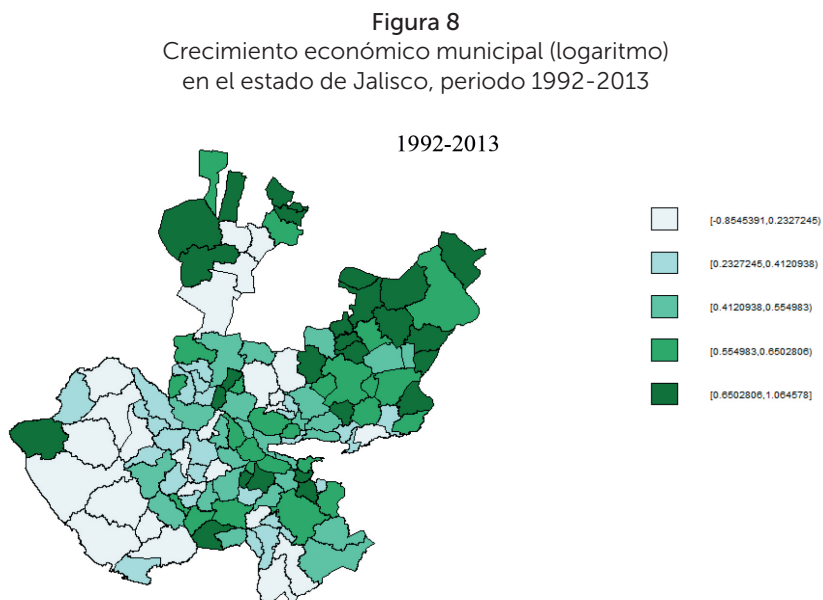
**Figura 7**  
Cambio en la intensidad de la luz por píxel en Puerto Vallarta,  
periodo 1992-2013



Si se toman en cuenta los píxeles de cada municipio como un agregado, se obtiene la figura 8, en la cual se realiza el cálculo de la luminosidad sobre su superficie y se aplica el parámetro encontrado por Ramírez *et al.* (2016) para estimar el crecimiento económico de los municipios durante el periodo 1992-2013. En este mapa es posible reafirmar lo encontrado en las imágenes basadas en píxeles: los municipios que presentan mayor crecimiento se encuentran en la zona de los Altos y en las regiones Centro y Sur del estado. Por su parte, la región costera aparece con un pobre crecimiento durante el periodo de estudio.

Asimismo, en la misma figura se puede apreciar la existencia de ciertos clústeres de crecimiento, es decir, municipios con desarrollo medio-alto se encuentran junto a otros municipios con las mismas características. De igual manera, se aprecian claramente

las regiones con bajo o nulo desarrollo, en las cuales se agrupan varios municipios.



Debido a lo observado en la tabla 2 y en las figuras 3-7, se considera relevante incluir la variable de distancia respecto a la capital como un posible factor que incide en el crecimiento económico. De igual manera, se tomará en cuenta la densidad de población como variable, tomando en cuenta que los municipios de la ZMG muestran una mayor concentración de personas en comparación con el resto del estado.

Para la estimación del crecimiento económico municipal se llevó a cabo la metodología realizada por Henderson *et al* (2012), para el cálculo de la luminosidad sobre la superficie de cada municipio. Una vez realizado esto, se aplicaron los parámetros encontrados en Ramírez *et al.* (2016) para obtener el crecimiento económico estimado. Si bien es verdad que este parámetro es en realidad una *proxy* nacional estimada a nivel estatal, la cual se está aplicando a las regiones de un estado, en este caso a los munici-

pios de Jalisco, hay evidencia de que la utilización de este tipo de parámetros a niveles de desagregación más pequeños es posible debido que los resultados parecen no mostrar grandes diferencias respecto a los datos agregados originales (Doll, 2004).

**Tabla 2**

Resultados modelo dependencia espacial sobre crecimiento económico municipal estimado a través de luces nocturnas (errores estándar en paréntesis). Niveles de significancia: \*90 %, \*\*95 %, \*\*\*99 %

|                                | (1)                   | (2)                   | (3)                   | (4)                   | (5)                   | (6)                   | (7)                   |
|--------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Constante                      | -0.2570<br>(0.2917)   | -0.2182<br>(0.3377)   | -0.2058<br>(0.3013)   | 0.0146<br>(0.3663)    | -0.1202<br>(0.1875)   | 0.0256<br>(0.3244)    | 0.0442<br>(0.3422)    |
| PIB inicial                    | -0.0376**<br>(0.0167) | -0.0371**<br>(0.0171) | -0.0401**<br>(0.0171) | -0.0397**<br>(0.0171) | -0.0403**<br>(0.0170) | -0.0396**<br>(0.0171) | -0.0384**<br>(0.0171) |
| IDH                            | 0.5270<br>(0.4281)    | 0.5265<br>(0.4713)    | 0.4412<br>(0.0158)    | -0.4199<br>(0.9650)   |                       |                       |                       |
| Distancia a GDL                |                       | -0.0003<br>(0.0004)   |                       |                       |                       |                       | 0.0002<br>(0.0004)    |
| Densidad de población          |                       | -0.0001<br>(0.0001)   |                       |                       |                       |                       | -0.0001<br>(0.0001)   |
| Crecimiento de población       |                       |                       | 0.0105<br>(0.0158)    | -0.0006<br>(0.0189)   | 0.0022<br>(0.0176)    | 0.0025<br>(0.0176)    | -0.0001<br>(0.0193)   |
| Educación                      |                       |                       |                       | 0.0504<br>(0.0560)    | 0.0293<br>(0.0279)    | 0.0414<br>(0.0357)    | 0.0463<br>(0.0362)    |
| No. asegurados                 |                       |                       |                       | 0.0001<br>(0.0002)    | 0.0001<br>(0.0002)    | 0.0002<br>(0.0003)    | 0.0003<br>(0.0003)    |
| Índice de desarrollo municipal |                       |                       |                       |                       |                       | -0.0043<br>(0.0079)   | -0.0048<br>(0.0079)   |
| $\rho$                         | 0.8044***<br>(0.1011) | 0.8029***<br>(0.1029) | 0.8047***<br>(0.1010) | 0.8135***<br>(0.0966) | 0.8110***<br>(0.0980) | 0.8071***<br>(0.0991) | 0.8012***<br>(0.1031) |
| ml                             | -2.1820               | -1.7511               | -1.9607               | -1.3860               | -1.4808               | -1.3327               | -0.1667               |
| No. obs.                       | 125                   | 125                   | 125                   | 125                   | 125                   | 125                   | 125                   |

Los resultados de los modelos de econometría espacial son presentados en las tablas 2 y 3. La primera de estas corresponde al modelo de dependencia del rezago espacial, mientras que la otra hace lo mismo para el modelo de dependencia del término de error de rezago, ambos modelos se realizaron bajo ML.

En la columna (1) de la tabla 2 se prueba si existe correlación entre el crecimiento económico estimado por luces y el IDH, el cual, por su metodología, es construido a partir de datos de capital (entre otros). Sin embargo, el coeficiente no es estadísticamente significativo.

**Tabla 3**

Resultados modelo dependencia espacial del error sobre crecimiento económico municipal estimado a través de luces nocturnas (errores estándar entre paréntesis). Niveles de significancia: \*90 %, \*\*95 %, \*\*\*99 %

|                                | (1)                   | (2)                   | (3)                    | (4)                    | (5)                    | (6)                    | (7)                    |
|--------------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Constante                      | 0.1566<br>(0.3031)    | 0.1627<br>(0.3457)    | 0.2082<br>(0.3105)     | 0.4970<br>(0.3653)     | 0.1891<br>(0.2208)     | 0.3083<br>(0.3429)     | 0.2711<br>(0.3597)     |
| PIB inicial                    | 0.0596***<br>(0.0183) | 0.0581***<br>(0.0187) | -0.0629***<br>(0.0188) | -0.0663***<br>(0.0187) | -0.0648***<br>(0.0188) | -0.0644***<br>(0.0188) | -0.0629***<br>(0.0188) |
| Idh                            | 0.3863<br>(0.4112)    | 0.4035<br>(0.4506)    | 0.2956<br>(0.4270)     | -1.0113<br>(0.9182)    |                        |                        |                        |
| Distancia a GDL                |                       | -0.0001<br>(0.0004)   |                        |                        |                        |                        | 0.0001<br>(0.0004)     |
| Densidad de población          |                       | -0.0001<br>(0.0001)   |                        |                        |                        |                        | -0.0001<br>(0.0001)    |
| Crecimiento de población       |                       |                       | 0.0115<br>(0.0151)     | 0.0044<br>(0.0181)     | 0.0038<br>(0.0169)     | 0.0032<br>(0.0169)     | 0.0476<br>(0.0352)     |
| Educación                      |                       |                       |                        | 0.0833<br>(0.0545)     | 0.0309<br>(0.0269)     | 0.0406<br>(0.0344)     | 0.0476<br>(0.0352)     |
| No. asegurados                 |                       |                       |                        | 0.0001<br>(0.0003)     | 0.0000<br>(0.0002)     | 0.0001<br>(0.0003)     | 0.0002<br>(0.0003)     |
| Índice de desarrollo municipal |                       |                       |                        |                        |                        | -0.0035<br>(0.0078)    | -0.0039<br>(0.0078)    |
| $\lambda$                      | 0.8353***<br>(0.0909) | 0.8326***<br>(0.0921) | 0.8370***<br>(0.0902)  | 0.8557***<br>(0.0817)  | 0.8433***<br>(0.0874)  | 0.8426***<br>(0.0877)  | 0.8411***<br>(0.0884)  |
| ml                             | 0.0325                | 0.1316                | 0.322                  | 1.5930                 | 0.9970                 | 1.0992                 | 1.8303                 |
| No. obs.                       | 125                   | 125                   | 125                    | 125                    | 125                    | 125                    | 125                    |

Para la columna (2) se introducen las variables de distancia respecto a la capital y de densidad de población con la intención de verificar lo encontrado en la tabla 1, donde se percibía cierta concentración de la actividad económica en las zonas cercanas a

Guadalajara. A pesar de esto, los valores resultaron no significativos, lo cual contradice las suposiciones anteriores.

En la columna (3) se hace un intento de verificar la relación entre el crecimiento de la población y el crecimiento económico, pero este resulta no representativo. Las columnas (4) y (5) incluyen las variables de educación y número de asegurados por el IMSS, presentando la primera un mayor nivel de causalidad en el crecimiento económico, aunque ninguna es significativa. Aquí cabe destacar que al incluir dichas variables, el signo de la variable IDH cambió a negativo, esto generado quizás por el hecho de que el IDH contiene también datos sociodemográficos, debido a eso se consideró oportuno prescindir de dicha variable para las siguientes columnas.

El índice de desarrollo municipal (IDM) se incluye en las columnas (6) y (7); este toma en cuenta factores sociales, institucionales, económicos y de medio ambiente, por lo que debería tener alta correlación con el crecimiento económico. Sin embargo, sus valores no resultan representativos, agregado a esto, presenta signo negativo.

Vale la pena destacar que hay tres variables que están correlacionadas entre sí: educación, IDH e IDM, debido a que las dos últimas utilizan datos de educación para su cálculo. Se realiza la prueba de incluir solo la variable de años promedio de escolaridad (columna 5), así como combinarla con el IDH (columna 4) y el IDM (columna 6) para ver si los resultados cambian. Sin embargo, aunque su coeficiente varía un poco, este sigue siendo no significativo en todos los casos.

Por otra parte, en todas las columnas existe una evidente correlación negativa entre el crecimiento económico municipal en Jalisco y su valor inicial (año 1992 en este caso). Este coeficiente resulta significativo a un nivel de confianza de 95 %, lo cual pone de manifiesto un proceso de convergencia en la economía para la muestra completa (Barro & Sala-i-Martin, 1991). Aunado a esto, el término de correlación con la variable espacial de rezago



es positivo y significativo en todos los casos, lo que muestra indicios de correlación espacial entre las observaciones.

Estos resultados son coherentes con estudios regionales de convergencia realizados anteriormente. Tal es el caso de Cabral & Mollick (2012), que encuentran valores significativos de convergencia entre las regiones de México. Por otro lado, los resultados obtenidos por Dapena *et al.* (2017) muestran coeficientes similares en cuanto a la convergencia condicional de los municipios de la zona centro del país (en la cual sitúan a Jalisco) y al parámetro de autocorrelación espacial.

El hecho de que los resultados obtenidos mediante este modelo resulten en valores similares a los encontrados en trabajos anteriores proporciona evidencia de que la utilización de imágenes satelitales como una alternativa a las fuentes de información tradicionales es viable en situaciones donde estas últimas no se encuentren disponibles o resulten inadecuadas para los objetivos planteados, tal como en el caso de Llamosas *et al.* (2018), donde el área de estudio comprende dos o más entidades.

La tabla 3 muestra los resultados del modelo de dependencia espacial de error. A pesar de tratarse de un modelo diferente presenta básicamente las mismas características antes mencionadas. Es decir, con valores significativos para el coeficiente de nivel inicial del PIB y la variable de dependencia espacial.

Para comprobar los resultados encontrados con los modelos de dependencia del rezago espacial y del término de error de rezago se procede a la realización de los tests de autocorrelación espacial mencionados en el apartado anterior. La tabla 4 muestra los resultados de dichos tests.

**Tabla 4**  
Test de autocorrelación espacial

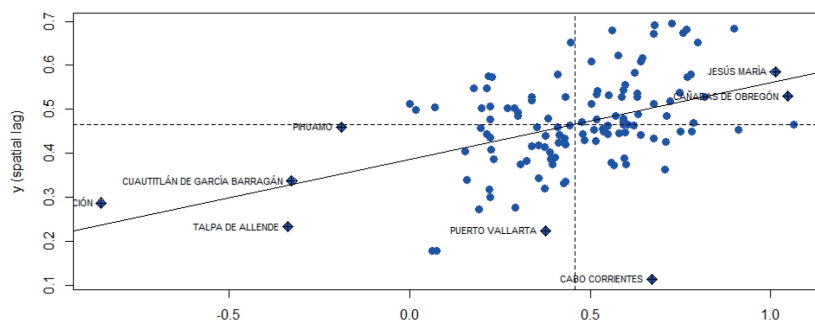
|                  |           |
|------------------|-----------|
| <i>Moran's I</i> | 0.1751*** |
| RSp              | 1.3623    |
| RSλ              | 1.5088    |
| RSpλ             | 6.6000**  |

En dicha tabla es posible observar como el test de la I de Morán tiene un coeficiente positivo y significativo al 99 %. Esto puede ser advertido también en la figura 9, donde se muestra el gráfico de la I de Moran y es posible ver que las observaciones siguen cierto patrón de comportamiento.

Por su parte, los tests de dependencia del rezago espacial y del término de error de rezago no son significativos, mientras que el test conjunto sí lo es con un intervalo de confianza del 95 %. Esto puede parecer contradictorio a primera vista, pero es importante recordar que los primeros dos tests solo funcionan de forma unidireccional, es decir,  $\rho$  solo puede ser significativo cuando  $\lambda = 0$  y viceversa. En otras palabras, dentro de este modelo se encuentra presente una correlación espacial tanto entre sus observaciones como entre sus términos de error. Esto también queda claro viendo los resultados de las tablas 2 y 3, ya que las variables de correlación espacial terminan siendo significativas para todos los casos.

Figura 9

Gráfico del estadístico I de Moran para el crecimiento económico municipal en Jalisco, periodo 1992-2013



## 6. Conclusiones

Aunque el método utilizado en este trabajo para construir datos de crecimiento económico dada una relación conocida entre variables, tal como las luces nocturnas, puede tener la inevita-

ble consecuencia de una estimación con cierto grado de error, la evidencia que arroja este estudio indica, en primer lugar, que es posible utilizar el cambio en las luces nocturnas generadas por el hombre y capturadas mediante imágenes satelitales como una variable *proxy* al crecimiento económico a nivel municipal, en este caso hablando del estado de Jalisco. Todo ello tomando en cuenta la comparación realizada con el modelo de Gomez-Zaldivar (2010) y los resultados obtenidos en los modelos de econometría espacial, donde los valores de convergencia y de dependencia espacial resultaron acordes a estudios anteriores con coeficientes altamente significativos.

Esto, a su vez, confirma lo expresado por Doll (2004), donde afirma que la utilización de parámetros estimados para cierto nivel de desagregación es posible sin que el resultado varíe sustancialmente. Por lo que la evidencia apunta a que la hipótesis planteada al inicio del trabajo no es de ninguna manera inapropiada.

La distribución en la intensidad de las luces mostró una fuerte centralización de la actividad económica jalisciense en Guadalajara y su Zona Metropolitana, tal como debe apreciarse en la mayoría de los estados de la República Mexicana, dada la concentración de capital en las grandes ciudades.

El modelo econométrico espacial muestra una autocorrelación espacial positiva y significativa de las observaciones, lo cual indica que la posibilidad de crecimiento económico de un municipio es mayor cuando los municipios cercanos o colindantes presentan crecimiento. Este resultado puede ser visto como la confirmación de la existencia de una economía centralizada, es decir, puede darse el caso de que el crecimiento de municipios más desarrollados, digamos los que integran la ZMG, afecte positivamente el progreso de otros municipios aledaños.

En cuanto a las variables que determinan el crecimiento económico municipal, tal vez la parte más relevante sea que se encuentra un factor de convergencia significativo en el crecimiento económico de los municipios, tal como se ha identificado en estudios anteriores (Cabral & Mollick, 2012; Dapena *et al.*,

2017). Lo que representa un indicio de la validez de los datos utilizados para calcular los estimadores de crecimiento económico. Por otra parte, la distancia que tiene un municipio respecto a Guadalajara no resulta significativa, mismo caso para la densidad de población.

Pasando a la parte de los tests de autocorrelación espacial, es digno de resaltar la existencia de autocorrelación entre las observaciones y entre sus términos de error, lo cual genera dificultades en su interpretación. Este primer acercamiento sugiere que la relación entre el crecimiento económico de un municipio y el de otro colindante es positiva, de igual manera, la autocorrelación en el término de error posiblemente sea generada por variables que no fueron tomadas en cuenta debido a la falta de datos a nivel municipal.

De igual manera, el test I de Moran arroja un resultado de autocorrelación espacial positiva y significativa con el 99 % de confianza, lo cual reafirma las suposiciones que se realizaron al inicio de este trabajo.

Es posible concluir entonces que los resultados de este trabajo cumplen con las hipótesis planteadas al inicio. Reafirma que los datos de luces nocturnas captadas a través de imágenes satelitales representan una herramienta promisoría para detectar actividad económica en áreas donde no se cuenta con datos oficiales o que no coinciden con límites territoriales establecidos. Al mismo tiempo, muestran la existencia de autocorrelación espacial significativa. El uso de estos datos puede extenderse al área social, ya que es posible medir, de cierta manera, el grado de desigualdad de una región de manera más fácil que por otros métodos.

Está claro que aún quedan muchas cuestiones por resolver, pero este trabajo viene a ocupar un hueco en la literatura y se ofrece como una herramienta metodológica que pueda servir de base para futuras investigaciones.

## 7. Referencias

- Anselin, L. & A. K. Bera (1998), "Spatial Dependence in Linear Regression Models with an Introduction to Spatial Econometrics", *Handbook of Applied Economic Statistics*, pp. 237-289.
- Barro, R. & X. Sala-i-Martin (1991), "Convergence Across States and Regions", *Brookings Papers on Economic Activity*, 1, pp. 107-182.
- Benirschka, M. & J. K. Binkley (1994), "Land Price Volatility in a Geographically Dispersed Market", *American Journal of Agricultural Economics*, 76, pp. 185-195.
- Besley, T. & A. Case (1995), "Incumbent Interaction and the Statistical Analysis of Lattice Systems", *Journal of the Royal Statistical Society*, 36, pp. 192-225.
- Brueckner, J. K. (1996), "Testing for Strategic Interaction among Local Governments: The Case of Growth Controls", *Journal of Urban Economics*, 44, pp. 438-467.
- Burchfield, M.; Overman, H. G.; Puga, D. & M. A. Turner (2006), "Causes of Sprawl: A Portrait from Space", *Quarterly Journal of African Economies*, 19(3), pp. 399-432.
- Cabral, R. & A. Varella (2012), "Mexico's Regional Output Convergence After NAFTA: A Dynamic Panel Data Analysis", *The Annals of Regional Science*, 48, pp. 877-895.
- Case, A. C.; Rosen, H. S. & J. R. Hines (1993), "Budget, Spillovers and Fiscal Policy Interdependence: Evidence from the States", *Journal of Public Economics*, 52, pp. 285-307.
- Chen, M. A.; Jhabvala, R. & F. Lund (2002), *Working Paper on the Informal Economy, Supporting Workers in the Informal Economy: A Policy Framework*, Ginebra, Suiza, International Labour Office.
- Chen, X. & W. D. Nordhaus (2011), "Using Luminosity Data As a Proxy for Economic Statistics", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(21), pp. 8589-94.
- Cova, T. J.; Sutton, P. C. & D. M. Theobald (2004), "Exurban Change Detection in Fire-Prone Areas with Nighttime Satellite Imagery", *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 70(11), pp. 1249-1257.
- Cressie, N. (1993), *Statistics for special data*, Nueva York, Wiley.
- Croft, T. A. (1978), "Night-Time Images of the Earth from Space", *Scientific American*, 239, pp. 68-79.
- Díaz, A.; Fernández, E.; Garduño, R. & F. Rubiera (2017), "¿El comercio lleva a la convergencia? Un análisis del efecto del TLCAN sobre la convergencia local en México", *LXXXIV*(333), pp. 103-120.

- Dobozi, I. & G. Pohl (1995), "Real Output Decline in Transition Economies - Forget GDP, Try Power Consumption Data!", *Transition*, 6, pp. 17-18.
- Doll, C. N. (2004), *Geographic Information Issues Associated with Socio-Economic Modelling from Night-Time Light Remote Sensing Data*.
- Doll, C. N.; Muller J. P. & C. D. Elvidge (2000), "Nighttime Imagery As a Tool for Global Mapping of Socioeconomic Parameters and Greenhouse Gas Emissions", *A Journal of the Human Environment*, 29(3), pp. 57-62.
- Doll, C. N.; Muller, J. P. & J. G. Morley (2006), "Mapping Regional Economic Activity from Night-Time Light Satellite Imagery", *Ecological Economics*, 57(1), pp. 75-92.
- Donaldson, D. & A. Storeygard, A. (2016), "The View from Above: Applications of Satellite Data in Economics", *Journal of Economic Perspectives*, 30(4), pp. 171-198.
- Ebener, S.; Murray, C.; Tandon, A. & C. D. Elvidge (2005), "From Wealth to Health: Modeling the Distribution of Income per Capita at the Sub-National Level Using Night-Time Light Imagery", *International Journal of Health Geographics*, 4(5), pp. 1-17.
- Elvidge, C. D.; Baugh, K. E.; Kihn, E. A.; Kroehl, H. W.; Davis, E. R. & C. W. Davis (1997), "Relation Between Satellite Observed Visible-Near Infrared Emissions, Population and Energy Consumption", *International Journal of Remote Sensing*, 18, pp. 1373-79.
- Elvidge, C. D.; Imhoff, M. L.; Baugh, K. E.; Hobson, V.; Nelson, I.;... B. T. Tuttle (2001), "Night-Time Lights of the World: 1994-1995", *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 56, pp. 81-99.
- Elvidge, C. D.; Safran, J.; Tuttle, B.; Sutton, P.; Cinzano, P.;... C. Small (2007), "Potential for Global Mapping of Development Via a Nightsat Mission", *GeoJournal*, 69, p. 45.
- Foster, J. L. (1983), "Observations of the Earth Using Night-Time Visible Imagery", *International Journal of Remote Sensing*, 4, pp. 785-791.
- Ghosh, T.; Anderson, S.; Powell, R. L.; Sutton, P. C. & C. D. Elvidge (2009), "Estimation of Mexico's Informal Economy and Remittances Using Nighttime Imagery", *Remote Sensing*, 1(3), pp. 418-44.
- Ghosh, T.; Powell, R. L.; Elvidge, C. D.; Baugh, K. E.; Sutton, P. C. & S. Anderson (2010), "Shedding Light on The Global Distribution of Economic Activity", *The Open Geography Journal*, 3, pp. 148-61.
- Gomez-Zaldivar, M.; Laguna, E.; Martinez, B. & M. Mosqueda (2010), "Crecimiento relativo del producto per cápita de los municipios de la República Mexicana, 1988-2004", *EconoQuantum*, 6(2), pp. 7-23.
- Good, D. F. (1994), "The Economic Lag of Central and Eastern Europe: Income Estimates for The Habsburg Successor States, 1870-1910", *Journal of Economic History*, 54(4), pp. 869-91.

- Goodchild, M. F. (1987), "A Spatial Analytical Perspective on Geographical Information Systems", *International Journal of Geographical Information Systems*, 1, pp. 327-334.
- Greene, W. (2012), *Econometric Analysis*, 7ª ed., Essex, England, Pearson Education Limited.
- Hanson, G. (2005), "Market Potential, Increasing Returns and Geographic Concentration", *Journal of International Economics*, 67, pp. 1-24.
- Harrigan, J. & A. Venables (2003), "Timeliness, Trade and Agglomeration", documento de trabajo no. 4294, CEPR.
- Harris, C. (1954), "The Market As a Factor in the Localization Of Industry in the US", *Annals of the Association of American Geographers*, 44, pp. 315-348.
- Henderson, J. V.; Storeygard, A. & D. N. Weil (2012), "Measuring Economic Growth from Outer Space", *American Economic Review*, 102(2), pp. 994-1028.
- Holtz-Eakin, D. (1994), "Public Sector Capital and the Productivity Puzzle", *Review of Economics and Statistics*, 76, pp. 12-21.
- Hummels, D. (2001), *Time as a Trade Barrier*, Mimeo, Purdue University.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (1989), "Un modelo de desagregación geográfica: estimación del PIB por entidad federativa, 1970-1988", México.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Sistema de Cuentas Nacionales (2014), Banco de Información Económica. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/>.
- International Monetary Fund (2006), "Jamaica: selected issues", IMF Country Report 06/157.
- Krugman, P. (1991), "Increasing Returns and Economic Geography", *Journal of Political Economy*, 99, pp. 483-499.
- Leamer, E. (1997), "Access to Western Markets and Eastern Effort", en *Lessons from the Economic Transition: Central and Eastern Europe in the 1990s*, Dordrecht, Kluwer Academic, Editorial Zechini.
- LeSage, J. P. (1993), "Spatial Modeling of Agricultural Markets", *American Journal of Agricultural Economics*, 75, pp. 1211-1216.
- Llamosas-Rosas, I.; Rangel, E. & M. Sandoval (2018), "Medición de la actividad económica en las principales zonas turísticas de playa en México a través de la luminosidad fotografiada desde el espacio", documento de trabajo, Banco de México.
- Lowe, M. (2014), "Night Lights and Arc-Gis: A Brief Guide", documento de trabajo, MIT.
- Marshall, A. (1890), *Principles of Economics*, 8ª ed. (1920), Londres, Macmillan.

- Murdoch, J. C.; Rahmatian, M. & M. A. Thayer (1993), "A Spatially Autorregressive Median Vote Model of Recreation Expenditures", *Public Finance Quarterly*, 21, pp. 334-350.
- Murdoch, J. C.; Sandler, T. & K. Sargent (1997), "A Tale of Two Collectives: Sulphur Versus Nitrogen Oxides Emission Reduction in Europe", *Economica*, 64, pp. 281-301.
- National Geophysical Data Center (2016), Versión 4 DMSP-OLS "Nighttime Lights Time Series". Disponible en: <http://ngdc.noaa.gov/eog/dmsp/downloadV4composites.html>.
- Ord, J. K. (1975), "Estimation Methods for Models of Spatial Interaction", *Journal of the American Statistical Association*, 70, pp. 120-126.
- Paelinck, J. & L. Klaassen (1979), *Spatial Econometrics*, Farnborough, Saxon House.
- Pinkse, J. & M. E. Slade (1998), "Contracting In Space, an Application of Spatial Statistics to Discrete-Choice Models", *Journal of Econometrics*, 85, pp. 125-154.
- Porter, M. (1990), *The Competitive Advantage of Nations*, Nueva York, Macmillan.
- (2007), "China Shrinks", *New York Times*, diciembre 9.
- Ramírez, M.; Sierra, G. & A. Millán (2016), "Measuring Economic Performance from Outer Space: The Case of Mexico", documento de trabajo.
- Rao, C. R. (1947), "Large Sample Tests of Statistical Hypotheses Concerning Several Parameters with Applications to Problems of Estimation", *Proceedings of the Cambridge Philosophical Society*, 44, pp. 50-57.
- Redding, S. & A. Venables (2004), "Economic Geography and International Inequality", *Journal of International Economics*, 62, pp. 53-82.
- Romer, P. M. (1986), "Increasing Returns and Long-Run Growth", *Journal of Political Economy*, 94, pp. 1002-1037.
- Rosenthal, S. & W. Strange (2004), "Evidence on the Nature and Sources of Agglomeration Economies", en V. Henderson & J. Thisse (eds.), *The Handbook of Urban and Regional Economics*, vol. IV, Amsterdam, North Holland.
- Steckel, R. H. & J. C. Rose (2002), *The Backbone of History: Health and Nutrition in the Western Hemisphere*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Stiglitz, J.; Sen, A. & J. Fitoussi (2009), *Report of the Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress*, París. Disponible en: <http://www.stiglitz-sen-fitoussi.fr/en/index.htm>.
- Sutton, P. C. (1997), "Modeling Population Density with Nighttime Satellite Imagery and GIS", *Computer, Environment and Urban Systems*, 21(3/4), pp. 227-244.



- Sutton, P. C. (2003), "A Scale-Adjusted Measure of 'Urban Sprawl' Using Nighttime Satellite Imagery", *Remote Sensing Environment*, 86, pp. 353-369.
- Sutton, P. C. & R. Costanza (2002), "Global Estimates of Market and Non-Market Values Derived from Nighttime Satellite Imagery, Land Cover and Ecosystem Service Valuation", *Ecological Economics*, 41(3), pp. 509-27.
- Sutton, P. C.; Cova, T. & C. D. Elvidge (2006), "Mapping 'Exurbia' in the Conterminous United States Using Nighttime Satellite Imagery", *Geo-carto International*, 21(2), pp. 39-45.
- Sutton, P. C.; Elvidge, C. D. & T. Ghosh (2007), "Estimation of Gross Domestic Product at Sub-National Scales Using Nighttime Satellite Imagery", *International Journal of Ecological Economics and Statistics*, 8(S07), pp. 5-21.
- Sutton P. C.; Elvidge, C. D. & T. Obremski (2003), "Building and Evaluating Models to Estimate Ambient Population Density", *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 69(5), pp. 545-553.
- Tobler, W. (1979), "Lattice Tuning", *Geographycal Analysis*, 11, pp. 36-44.
- Welch, R. (1980), "Monitoring Urban Population and Energy Utilization Patterns from Satellite Data", *Remote Sensing of Environment*, 9, pp. 1-19.
- Wooldridge, J. (2009), *Introductory Econometrics*, 4<sup>a</sup> ed., South-Western Cengage Learning.
- Young, A. (2012), "The African Growth Miracle", *Journal of Political Economy*, 120(4), pp. 696-739.



## CAPÍTULO 9

# EL IMPACTO DEL TRABAJO INFANTIL Y EL ORDEN DE NACIMIENTO SOBRE LA DISTORSIÓN DE GRADO PARA LA EDAD EN ÁREAS URBANAS DE MÉXICO, 1987-2014

XOCHITL VALDEZ CASTRO

BARUCH RAMÍREZ RODRÍGUEZ

### 1. Introducción

A pesar de que México pertenece al grupo de países de la OCDE, su desempeño en el tema educativo parece no ser comparable al estándar de dichos países. Ha pasado ya un largo periodo de tiempo desde que el país cambió sus esfuerzos en términos de la provisión de educación. Pasó del monopolio en la cobertura de la educación básica, la cual se mezclaba con programas de alfabetización masivos en el ámbito rural, a una oferta mixta con menor énfasis en la alfabetización. El tema, según se argumentaba, era pasar de la masificación en la provisión de la oferta a la calidad en los programas educativos.

Hacia finales del siglo XIX había una especie de consenso entre políticos e intelectuales mexicanos: que la educación era la única ruta de desarrollo para el país tanto en términos sociales y políticos como económicos. En ese espíritu, el presidente Porfirio Díaz creó la Secretaría de Instrucción Pública en 1905. Desafortunadamente, México se vio envuelto en la guerra de revolución

que inició en 1910 y concluyó más de una década después. Sin embargo, con el fin de la lucha en gran escala, el nuevo gobierno revolucionario establecido diseñó una nueva Constitución política en 1917, en la cual se plasmó la demanda del derecho de los niños a la educación. La ley, en específico el Artículo constitucional tercero, estableció las tres características del sistema mexicano de educación pública: es gratuita, es obligatoria y es laica.

Después de la guerra de revolución (1910-1921), el Estado se embarcó en proveer los medios en términos de infraestructura para ambos propósitos: establecimiento de escuelas en cada poblado del país y desarrollo de las capacidades humanas mediante el entrenamiento de maestros, quienes serían los encargados de atender las necesidades educativas. La política educativa se enfocó entonces en el aspecto de la cobertura. El sistema educativo público cubre un poco más del 87 % de los niños en edad escolar para el nivel básico. Sin embargo, esta cifra solo refleja a aquellos que asisten a escuelas públicas. Un gran número de niños que no asisten a la escuela (1.4 millones) se ubican principalmente en áreas urbanas, en las cuales es más probable que exista una cobertura total y donde la ley podría ser aplicada con un esfuerzo significativamente menor que en las áreas rurales.

Más aun, para mediados de los años 90 México logró un poco más de siete años promedio de educación. Esto fue posible debido al hecho de que las áreas urbanas lograron cobertura total para todos los niños y potencialmente todos los niños tendrían acceso a la escuela. Además, hay un sistema educativo privado que normalmente actúa como alternativa para familias con mayor ingreso. Para el año 2000, la población urbana era el 75 % de la población total, lo cual significó aproximadamente 81.7 millones de personas. El reto en las áreas urbanas no estaba entonces en proveer educación sino en mejorar la calidad de la educación que recibían los niños y promover entre ellos una permanencia más prolongada en el sistema educativo. En otras palabras, la política pública necesita mejorar la asistencia escolar y atender las causas del bajo rendimiento académico. El propósito de este trabajo es proveer

algunas ideas sobre dichas causas e identificar áreas que necesitan atención, de manera que se entienda el problema del trabajo infantil y el desempeño escolar observado por los indicadores de distorsión de grado para la edad.

Para identificar la entrada tardía en la escuela de los niños, utilizamos el índice SAGE de distorsión de grado para la edad o el indicador de edad pasada (*over-age indicator*) (Pscharopolus y Yang, 1991; Patrinos y Pscharopolus, 1997; Dammert, 2008). Para estimar el efecto del trabajo sobre la educación, usamos un modelo probabilístico con datos de la Encuesta Nacional de Empleo Urbano (ENEU) y de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE).

El desempeño y asistencia escolar es estudiado mediante los siguientes aspectos:

- a) La cuantía en la que el trabajo infantil desplaza el desempeño escolar.
- b) El impacto de diferentes tipos de trabajo sobre la educación de los niños.
- c) Las implicaciones de fijar diferentes edades de entrada a la escuela: 6, 7 y 8.
- d) El efecto del dinamismo en el orden de los hermanos sobre el desempeño escolar.

Para estudiar el efecto de la estructura, composición u orden de los hermanos sobre el desempeño escolar, seguimos dos enfoques: efecto del orden de nacimiento como una variable binaria, la cual indica que el menor es el niño más grande en el hogar, y orden de nacimiento como una variable que representa el orden de nacimiento entre los hermanos (Edmonds, 2006; Dammert, 2010). Al contrario de los trabajos de Edmonds (2006) y Dammert (2010), el trabajo infantil en nuestro análisis es usado como una variable independiente que explica los cambios en el desempeño escolar de los niños, más que para analizar las diferencias en el trabajo infantil debido al orden del nacimiento de los hermanos.

La sección 2 presenta la investigación teórica que analiza la interacción entre el trabajo infantil y el logro escolar. La sección 3 describe el modelo y las variables usadas en nuestra estimación. Esta sección también describe el índice aplicado para identificar la entrada tardía a la escuela como una medida de desempeño escolar. La sección 4 presenta los resultados obtenidos. Por último, la sección 5 presenta una discusión y las conclusiones finales.

## 2. Revisión de literatura

La literatura que estudia los efectos del trabajo infantil sobre el desempeño escolar revela tres enfoques principales para el análisis de la interacción entre el trabajo infantil y la educación. Una parte de la investigación se enfoca principalmente en mostrar las asociaciones entre el trabajo y la asistencia escolar entre los niños (Deb y Rosati, 2004; Paul Shultz, 2004; Ersado, 2005; Khanan y Rusell, 2005; Emerson y Souza, 2007; Chamarbagwala, 2008; Shimamura y Lastarria-Cornhiel, 2010). Algunos estudios han encontrado que reducir el trabajo infantil no necesariamente garantiza incrementos en el logro educativo. Por ejemplo, Ravallion y Wodon (2000), con datos de Bangladesh, encontraron que estar inscritos en la escuela se asocia con pequeñas reducciones en el trabajo infantil. Específicamente, la reducción en la incidencia del trabajo infantil en niños representa cerca de un cuarto del incremento en la tasa de asistencia escolar.

Otros estudios han encontrado efectos adversos del trabajo infantil sobre la matriculación escolar. Por ejemplo, Psacharopoulos (1997) encontró que un niño que trabaja tiene una reducción en su logro escolar en promedio de dos años. En apoyo a este argumento, Boozer y Suri (2001) concluyen que una hora del trabajo infantil en Ghana conlleva 0.38 horas menos en asistencia a la escuela. Otros reportan el impacto positivo que los programas de transferencia monetaria han tenido en la matriculación escolar. Por ejemplo, Edmonds (2002), utilizando datos de hogares

pobres en Sudáfrica, examinó los efectos del trabajo infantil sobre la asistencia escolar y encontró que los hogares que reciben transferencia del gobierno tienen mas probabilidades de experimentar una reducción notable en el trabajo infantil y al mismo tiempo muestran un importante incremento en matriculación escolar.

Sin embargo, una de las críticas que enfrenta este enfoque es que ignora los logros escolares. Podría ser posible que aún si un niño está matriculado en la escuela, él o ella de hecho no asista regularmente. Una segunda línea de investigación propone usar datos sobre edad y logro educativo para analizar la interacción entre el trabajo infantil y el desempeño escolar en lugar de la asistencia escolar. Estas dos variables son usadas para calcular la cantidad de grados por los cuales un niño está rezagado en la escuela, creando un índice de distorsión de edad para el grado escolar o indicador de edad en exceso (Psacharopoulos y Yang, 1991; Patrinos y Psacharopoulos, 1997; Dammert, 2008; Goulart y Bedi, 2008).

Por ejemplo, Patrinos y Psacharopoulos (1997) encontraron que los niños peruanos que trabajan tienen un 5.81 % más de probabilidad de tener una distorsión de edad para el grado que los niños que no trabajan. Esta proporción alcanza el 6.72 % cuando el número de hermanos menores se incluye en la estimación. Al contrario de lo que muestra esta evidencia, Dammert (2008) no encontró ningún efecto estadístico para los niños que viven en los estados donde se cultiva la coca. Los datos que utilizó fueron los de la Encuesta de Medición de Condiciones de Vida (PLSMS).

Finalmente, una tercera línea de investigación, la cual ha emergido recientemente, señala que para evaluar el impacto del trabajo infantil sobre el desempeño escolar es fundamental recolectar información precisa sobre resultados de aprendizaje en lugar de la distorsión de la edad para el grado. Proponen la utilización de “*test scores*” para evaluar el impacto del trabajo infantil sobre el logro educativo (Heady, 2000; Orazem y Gunnarsson, 2003; Gunnarsson, Orazem *et al.*, 2004; Beegle, Dehejia *et al.*, 2007; Goulart y Bedi, 2008; Watson, 2008; Bezerra, Kassouf *et al.*, 2009).

Un ejemplo de esta propuesta teórica es Bezerra *et al.* (2009), quien encontró que trabajar hasta dos horas por día tiene un impacto mínimo o insignificante sobre el logro educativo en niños brasileños. Adicionalmente, sus hallazgos relevan que los niños más grandes sufren el efecto mayor cuando se combinan el estudio y el trabajo. Más aun, los niños que están inscritos en el octavo grado y que también trabajan obtienen calificaciones que son 8.5 y 7 puntos menores en Matemáticas y Portugués, respectivamente, comparados con niños que no trabajan. En contraste, los niños que trabajan y que asisten al tercer grado de secundaria obtienen 11.5 puntos menos en Matemáticas y 13 puntos menos en Portugués. Finalmente, sus resultados revelan que el trabajo fuera del hogar aminora los puntajes en el *test score* en 5 % menos que en los niños que trabajan en casa.

En línea con estos hallazgos, Goulart y Bedi (2008) encontraron que el trabajo en actividades económicas reduce el éxito educativo en 4.2 %, mientras que el trabajo en el hogar lo reduce en 3.2 %. Sin embargo, cuando utilizan una sola ecuación, la estimación revela que ambos tipos de trabajo interfieren con el logro educativo en casi la misma magnitud.<sup>25</sup> Pero su estudio no contempla un análisis de cuáles son los tipos de trabajo que más impacto negativo tienen sobre la educación.<sup>26</sup>

A pesar de que la literatura sobre el efecto del trabajo infantil sobre la educación es muy extensa, hay muy pocos estudios empíricos sobre el tema para México. La mayoría de las investigaciones se enfocan en el efecto del trabajo infantil sobre la asistencia escolar más que sobre el desempeño escolar. Por ejemplo, en su investigación, Lopez (2005) analiza los factores principales

---

25 Diferencian por dos tipos de trabajo: doméstico, el cual consiste en actividades en el hogar, y trabajo económico, el cual consiste en actividades pagadas o no pagadas en el campo o negocio familiar.

26 Ver Basu, K. (1999), "Child Labor: Cause, Consequence and Cure, with Remarks on International Labor Standards", *Journal of Economic Literature*, 37(3), pp. 1083-1119; y Basu & Tzananatos (2003), "The Global Child Labor Problem: What Do We Know and What Can We Do?", *World Bank Economic Review*, 17 (2), pp. 147-173.



que determinan la asistencia escolar, trabajo a tiempo parcial o completo. Utiliza la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) para los años 1992, 1994, 1998 y 2000 y un modelo probabilístico ordenado, para tres variables dependientes: asistencia escolar de tiempo completo, definida como niños que solamente van a la escuela y no trabajan; trabajo parcial, la cual se refiere a aquellos niños que van a la escuela y trabajan menos de 25 horas a la semana, y trabajo de tiempo completo, definida como niños que solamente trabajan y no asisten a la escuela, incluyendo trabajo familiar no pagado y trabajo doméstico.

Enfatiza que los niños en hogares pobres tienen mayor probabilidad de participar en actividades laborales y es menos probable que asistan a la escuela. Adicionalmente, a pesar de que no encontró evidencia de preferencia de género al enviar a los niños al trabajo o a la escuela, encontró que las niñas mayores de catorce años de edad tienen menos probabilidad de trabajar que los niños de su misma edad. En general, sus resultados apoyan la hipótesis de que el ingreso desempeña un papel importante para decidir enviar a los niños al trabajo. Sin embargo, su estudio no contempla las posibles diferencias regionales. Una de las ventajas de utilizar la ENIGH es que se puede identificar información para áreas urbanas y rurales. Más aun, señala conclusiones generales acerca de los efectos del trabajo infantil sobre la asistencia escolar. Es importante para el debate analizar los efectos que los diferentes tipos de trabajo infantil tienen sobre el desempeño escolar.

En este sentido, Abler, Rodríguez *et al.* (1998) utilizaron los mismos datos, la ENIGH 1992, y encontraron que las niñas que trabajan en casa tienen menos probabilidad de asistir a la escuela que los niños. En un estudio más reciente, Robles y Abler (2000), con datos de la ENIGH para 1984, 1989, 1992, 1994, y 1996, estimaron tres regresiones distintas por género para determinar: 1. si un niño/niña está trabajando o asistiendo a la escuela de tiempo completo, 2. si un niño/niña participa en actividades de mercado o en una empresa familiar, y, finalmente, 3. el número de horas trabajadas a la semana. Encontraron que un incremento en la

edad de los niños en un año en promedio hace un 0.11 % menos probable que un niño y un 0.19 % menos probable que una niña rural asistan a la escuela. Adicionalmente, sus hallazgos brindan apoyo a la hipótesis de riqueza, la cual sostiene que los niños en hogares menos pobres son los que utilizan el trabajo infantil más intensivamente. Niños en áreas urbanas y rurales en hogares que se dedican al trabajo del campo o a atender algún negocio tienen más probabilidad de trabajar. Para un niño cuya familia se dedica a un negocio familiar o tiene activos financieros es 0.13 % es menos probable ser un estudiante de tiempo completo en contraste con un niño urbano que vive en un hogar carente de tales actividades o ingresos. Similarmente, para un niño que vive en un hogar rural es 0.10 % menos probable ser un estudiante de tiempo completo.

Como se mencionó anteriormente, la mayoría de los estudios se enfocan en la relación entre el trabajo infantil y la asistencia escolar durante la edad escolar. Además, generalmente se proponen medir la extensión en términos de probabilidad en que el trabajo inhibe la asistencia escolar en lugar de evaluar las implicaciones del trabajo infantil durante la edad escolar en términos del rezago educativo. Mientras que el enfoque de análisis mediante “*test scores*” puede ser mejor en términos de medida del desempeño escolar, nuestro análisis se enfoca en la distorsión del grado para la edad. Esto se debe principalmente a que las encuestas de empleo que utilizamos, ENEU-ENOE, no contienen información utilizable en pruebas “*test scores*”.

### 3. Metodología

Los datos utilizados en este trabajo provienen de las encuestas de empleo ENEU-ENOE<sup>27</sup> producidas por el Instituto Nacional

---

27 La Encuesta Nacional de Empleo Urbano (ENEU) se editó del primer trimestre de 1987 hasta el cuarto trimestre de 2002. En tanto que la Encuesta de Ocupación y Empleo (ENOE) se levanta desde el primer trimestre de 2003 hasta la fecha. La

de Estadística Geografía e Informática (INEGI). Para analizar la escolaridad para la edad o la distorsión de edad para el grado, restringimos la muestra a niños que todavía están en el sistema educativo. La encuesta captura información mediante dos preguntas que tienen que ver con educación formal: 1. el número de horas de estudio durante la semana pasada al periodo de la entrevista, y 2. el número de años de educación. A pesar de que el cuestionario no pregunta directamente si el niño está inscrito en la escuela, inferimos que si el niño se encuentra en el sistema educativo sí tiene por lo menos un año de escolaridad y sí reporta haber estudiado por lo menos una hora a la semana. Estimamos los años de educación de la información del nivel de educación del niño, como la encuesta provee información de la educación por niveles —primaria, secundaria, etc.— en lugar de años. Por lo tanto, si se reporta que un niño asiste al segundo grado del nivel secundario, significa que tiene ocho años de escolaridad. Similarmente, para analizar el analfabetismo, clasificamos a un niño como analfabeto si tiene cero años de escolaridad y no reporta ninguna hora de estudio.

Para identificar la entrada tardía al sistema escolar, usamos el índice de distorsión para el grado conocido en la literatura como índice SAGE. Este indicador mide el progreso de un niño en términos de años de escolaridad en relación con su edad (Psacharopoulos y Yang, 1991). El índice SAGE se define de la manera siguiente:

$$SAGE = \left( \frac{\text{Años de escolaridad}}{\text{Edad} - E} \right) * 100 \quad (1)$$

Donde, E indica la edad en la que el niño empieza la escuela. En México, oficialmente la escuela inicia a los seis años cumplidos. De acuerdo a este índice, un niño es considerado como “sobre

---

diferencia es que la ENOE contiene información de las condiciones de empleo tanto para áreas urbanas como para áreas rurales. Anteriormente a 2003, la información de empleo rural se capturaba mediante la Encuesta Nacional de Empleo (ENE). Es decir, la ENOE contiene los proyectos ENEU y ENOE.

la edad” o de haber repetido un grado si el índice es menor que 100. En cambio, si el puntaje es mayor que 100, significa que el niño tiene un progreso normal. Una de las desventajas de utilizar este índice es que a los niños que se inscriben en la escuela tardíamente se les clasifica como repetidores. Sin embargo, con los datos que usamos no tenemos una forma de identificar entre niños que repiten grado y los que entraron tardíamente al sistema escolar.

La Secretaría de Desarrollo Social en México utiliza una versión superficialmente distinta al índice propuesto para calcular el rezago en desempeño escolar que, sin embargo, al final arroja resultados similares. En consecuencia, para analizar el rezago escolar utilizamos tres edades que miden la sensibilidad de nuestras estimaciones al definir edades de inicio de la escuela: seis, siete y ocho años. Adicionalmente, para estimar el efecto del trabajo infantil sobre el logro escolar, utilizamos un modelo logístico de la forma siguiente:

$$p(y = 1|x_i) = \frac{1}{1+b^{-(\beta_0+\beta_1\dots+\beta_n)}} \quad (2)$$

Donde,  $\beta_1, \dots, \beta_n$  es la combinación de parámetros para los factores que explican la probabilidad de que el niño tenga un retraso escolar. La variable dependiente en consecuencia es una variable binaria donde se asignó 0 a los niños que no tienen rezago escolar y 1 a los niños que sí lo presentan. Por tanto, logro escolar toma el valor de 1 si el niño presenta rezago en su progreso escolar ( $SAGE < 100$ ), 0 de otra manera.

Como se puede observar, en la ecuación del modelo logístico iniciamos nuestra estimación suponiendo que el logro escolar de un niño depende de una serie de características del jefe de hogar; del niño, tales como la edad, el sexo, una variable binaria para indicar si trabaja; la composición del hogar; el estatus de pobreza; la orientación económica de la ciudad donde habita el hogar; y finalmente el periodo. Las variables se describen en detalle en la tabla A1 que se encuentra en el anexo. Como nuestro interés se

centra en investigar cuál es el tipo de trabajo más dañino para el desarrollo educativo de los niños, incluimos en un modelo por separado variables dicotómicas para tres diferentes tipos de trabajo: pagado, no pagado y doméstico.

Seguidamente incluimos un conjunto de interacciones entre el género y el estatus de pobreza del hogar para capturar los efectos combinados de estas dos variables. Entonces, nuestro modelo se convierte de la siguiente manera:

$$p(y = 1|x_i) = \frac{1}{1+b^{-(\beta_0+\beta_1x_1+\dots+\beta_6x_6+\beta_7(girl*poor)+\beta_8(girl*ext.poor)+\dots)}} \quad (3)$$

Las interacciones que incluimos en el modelo, son: niña\*pobre, niña\*extremamente pobre, niña\*no pobre, niño\*pobre, niño\*extremamente pobre y, niño\*no pobre.

## 4. Principales hallazgos

En esta sección se presentan los principales resultados de los modelos logit empleados en esta investigación.

### 4.1 Distorsión de grado

En nuestras estimaciones asumimos que el signo significativo y negativo de los coeficientes para un niño que trabaja, apoya la hipótesis de que el trabajo tiene el potencial de dañar el logro de un menor. La tabla A2 del anexo muestra que un niño que trabaja tiene un 4.4 % más de probabilidad de experimentar distorsión de grado si su ingreso a la escuela es de seis años, en comparación de un niño que no trabaja para la misma edad. En cambio, un niño que ingresa a los siete años tiene un 2.8 % más de probabilidad con respecto al que no trabaja de tener distorsión de grado. En cuanto a los niños que ingresan a la escuela a los ocho años, la probabilidad es de 2.3 % más para los que trabajan. Otra de las variables que causa mayor probabilidad de que el menor esté por

debajo del grado escolar es que el jefe de familia sea soltero, divorciado o viudo. Por ejemplo, un menor de seis años que ingresa a la escuela, proveniente de un hogar cuyo jefe de familia es soltero, viudo o divorciado, tiene 4.3 % más de probabilidad de sufrir distorsión de grado que un niño en un hogar en otra condición. Mientras que un menor de siete años que ingresa a la escuela tiene 6.8 % más de probabilidad de sufrir rezago educativo que un menor en un hogar con ambos padres presentes (tabla A2).

Cuando incorporamos al modelo el tipo de trabajo que un menor realiza: actividades remuneradas, no remuneradas y domésticas, como variables independientes, encontramos que trabajar en actividades remuneradas tiene un efecto más perjudicial sobre la distorsión de grado que si el menor laborara en actividades no remuneradas. Un niño tiene 4.9 % más de probabilidad de distorsión de grado si participa en actividades remuneradas (si la edad de ingreso a la escuela es de seis años). Mientras que un menor que participa en actividades no remuneradas tiene 2.6 % menos probabilidad de tener rezago educativo que su grupo control (véase tabla A3).

Cuando dividimos nuestro análisis por género, obtenemos que el trabajo doméstico es estadísticamente más perjudicial para las niñas que para los niños, como lo indican las tablas A5 y A6 del anexo. Los efectos marginales muestran que una niña que trabaja en actividades domésticas tiene un 2.1 % más probabilidad de sufrir distorsión de grado, mientras que el resultado para los niños fue estadísticamente no significativo para el mismo tipo de actividad.

En contraste, el trabajo en actividades remuneradas tiene el mismo impacto en todos los niños independientemente del género: tanto niñas como niños tienen un 4.7 % más de probabilidad de experimentar un retraso en su edad escolar si su ingreso a la escuela es de seis años. Aun más interesante, cuando incluimos en el análisis un conjunto de interacciones entre el género y el nivel de pobreza entre menores que trabajan, encontramos lo siguiente (véase tabla A4):

1. Los niños que trabajan y que viven en hogares pobres, hogares extremadamente pobres u hogares no pobres, tienen estadísticamente más probabilidad de quedarse atrás en su progreso escolar en comparación con las niñas que trabajan y que viven en hogares no pobres.
2. Los niños que viven en hogares extremadamente pobres son más propensos a tener distorsión de edad para el grado en comparación con los niños que viven en hogares pobres y no pobres. Del mismo modo, los niños que trabajan y que viven en hogares que no son pobres enfrentan menos probabilidad de tener rezago escolar en contraste con los niños pobres y trabajadores extremos.
3. Cuando fijamos la edad de inscripción en el sistema escolar en seis y siete años, encontramos que las niñas que trabajan y que viven en hogares pobres y extremadamente pobres son estadísticamente menos propensas a tener una distorsión de grado en comparación con las niñas no pobres que trabajan.

Hasta ahora, hemos analizado la interacción entre el trabajo infantil y el rendimiento escolar en áreas urbanas por género, grupo de edad y tipo de actividad en la que participa un menor; sin embargo, hay otros factores que de acuerdo con nuestros hallazgos tienen implicaciones importantes en el rezago educativo de un menor. Encontramos que la edad del niño, la educación de los padres, el hecho de que el jefe de familia trabaje en el sector gubernamental y la presencia de personas mayores de 64 años son factores que tienen un impacto significativo y positivo en el rendimiento escolar en áreas urbanas de México.

#### *4.2 Efecto del orden al nacer*

En la literatura sobre el trabajo infantil encontramos que la mayoría de los estudios que analizan el orden cronológico del nacimiento de un hermano siguen uno de los dos siguientes enfoques: 1. hermano mayor como una variable *dummy* que indica que el

niño es el mayor de los hermanos en un hogar (Edmonds, 2006), y 2. como variable continua que representa el orden de nacimiento del niño entre sus hermanos (Dammert, 2010). Por ejemplo, el hijo mayor o el primogénito toma el valor de 1; el segundo hijo toma el valor de 2, y así sucesivamente. Nuestro análisis incluye ambos enfoques en hogares con al menos dos hijos.

La estimación que considera el enfoque de orden de nacimiento al nacer considera en el modelo logit la siguiente combinación lineal:

$$K_{ij} = \beta_0 + \beta_1 \text{Mujer}_i + \beta_2 \text{Orden de nacimiento}_{ij} + \beta_3 \text{Orden de nacimiento}_{ij} * \text{Mujer}_{ij} + e_{ij} \quad (4)$$

Donde  $K_{ij}$  denota una variable *dummy* donde 1 significa que el niño  $i$  asistió a la escuela en la última semana de referencia en el hogar  $j$ . La variable *mujer* toma el valor de 1 si se trata de una niña. También se introduce la variable de orden de nacimiento que indica el rango de edad que tiene un menor en relación a sus hermanos. Además, incluimos el término de interacción entre el orden de nacimiento y el género del niño en el hogar  $j$ . La interpretación de los coeficientes es la siguiente:  $\beta_2$  captura la probabilidad de que un niño tenga rezago educativo asociado con el aumento en el orden de nacimiento, y  $\beta_3$  captura la probabilidad de que el resultado se asocie al género del menor.

Por otro lado, la combinación lineal que consideramos en el modelo logístico es la siguiente:

$$K_{ij} = \beta_0 + \beta_1 \text{Mujer}_i + \beta_2 \text{Hermano mayor}_{ij} + \beta_3 \text{Hermano mayor}_{ij} * \text{Mujer}_i + e_{ij} \quad (5)$$

Donde la variable *hermano mayor*  $i$  toma el valor de 1 si el niño es el mayor entre sus hermanos en el hogar  $j$ . Además de analizar el impacto que la composición de los hermanos tiene en el rezago educativo nos interesa también analizar el impacto que tienen los hermanos que trabajan. Las tablas 1 y 2 presentan un resumen



de nuestros resultados. Como podemos apreciar en la tabla 1, un niño mayor tiene un 8.1 % más de probabilidad de sufrir una distorsión de grado que sus hermanos menores. Del mismo modo, la niña mayor tiene 1.8 % más de probabilidad de quedarse atrás en su progreso escolar con respecto a sus hermanos (modelo 1). En relación con el efecto del orden de nacimiento, los hermanos menores tienen 3.9 % menos de probabilidad en promedio de experimentar distorsión de grado (modelo 2). Por otra parte, las niñas tienen un 5.4 % menos de probabilidad de sufrir rezago educativo (modelo 2).

**Tabla 1**  
Resultados de la modelación de menores de doce a diecisiete años

| <i>Variables</i>                            | <i>Modelo 1</i>      | <i>Efecto marginal</i> | <i>Modelo 2</i>      | <i>Efecto marginal</i> |
|---------------------------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|------------------------|
| <i>Características del menor</i>            |                      |                        |                      |                        |
| Hermano mayor                               | 0.344***<br>(0.014)  | 0.081<br>(0.003)       |                      |                        |
| Hermano mayor * mujer<br>(interacción)      | 0.067***<br>(0.018)  | 0.018<br>(0.005)       |                      |                        |
| Orden de nacimiento                         |                      |                        | -0.204***<br>(0.023) | -0.039<br>(0.002)      |
| Orden de nacimiento*<br>mujer (interacción) |                      |                        | -0.156***<br>(0.009) | -0.013<br>(0.003)      |
| Niña                                        | -0.322***<br>(0.011) | -0.079<br>(0.005)      | -0.277***<br>(0.009) | -0.054<br>(0.003)      |
| Constante                                   | 0.133***<br>(0.027)  |                        | 0.450***<br>(0.031)  |                        |
| Log-Pseudolikelihood                        | -63222827            |                        | -63348102            |                        |
| Pseudo-R2                                   | 0.062                |                        | 0.055                |                        |
| Wald-Chi2                                   | 15703                |                        | 15214                |                        |

Fuente: estimaciones propias. El modelo 1 incluye los resultados del hermano mayor. El modelo 2 muestra los hallazgos del orden de nacimiento entre los hermanos.

\*\*\* Nivel de significancia al 0.01, \*\* Nivel de significancia al 0.05, \* Nivel de significancia al 0.10

Cuando analizamos los efectos de la estructura de los hermanos que trabajan en la distorsión de grado, los resultados revelan que el niño de mayor edad tiene 10.2 % más de probabilidad de

sufrir rezago escolar que sus hermanos menores (véase tabla 2). Sin embargo, no encontramos evidencia de que la niña mayor y que trabaja tenga mayor probabilidad de experimentar una distorsión de grado que el resto de sus hermanas (modelo 3).<sup>28</sup>

**Tabla 2**  
Resultados de la modelación de menores que trabajan  
de doce a diecisiete años

| <i>Variables</i>           | <i>Modelo 3</i>      | <i>Efecto marginal</i> | <i>Modelo 4</i>      | <i>Efecto marginal</i> |
|----------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|------------------------|
| Hermano mayor              | 0.425***<br>(0.025)  | 0.102<br>(0.006)       |                      |                        |
| Hermano mayor * mujer      | 0.015<br>(0.033)     | 0.004<br>(0.007)       |                      |                        |
| Orden de nacimiento        |                      |                        | 0.065***<br>(0.010)  | 0.018<br>(0.003)       |
| Orden de nacimiento* mujer |                      |                        | -0.043***<br>(0.012) | -0.013<br>(0.003)      |
| Niña                       | -0.299***<br>(0.010) | -0.075<br>(0.002)      | -0.277***<br>(0.010) | -0.066<br>(0.002)      |
| Log-Pseudolikelihood       | -63424948            |                        | -63592061            |                        |
| Pseudo-R2                  | 0.056                |                        | 0.055                |                        |
| Wald-Chi2                  | 15096                |                        | 14138                |                        |

Fuente: estimaciones propias. El modelo 3 incluye los resultados del hermano mayor. El modelo 4 muestra los hallazgos del orden de nacimiento entre los hermanos.

\*\*\* Nivel de significancia al 0.01, \*\* Nivel de significancia al 0.05, \* Nivel de significancia al 0.10

## 5. Discusión y conclusiones

Esta sección reúne los principales hallazgos con respecto a los efectos del trabajo infantil en el rezago educativo de menores que viven en áreas urbanas del país. Esta discusión se centra en cuatro

28 Debido a que se seleccionaron niños que cumplieran las características para el análisis, se acotó la muestra y en consecuencia se puede tener un sesgo de selección. Para descartar dicho sesgo se realizó la prueba de Heckman y llegamos a la conclusión de que se rechaza la hipótesis de sesgo de selección, por lo tanto, los resultados reportados en esta investigación son los propuestos inicialmente.

factores que influyen en la distorsión de grado: trabajo, género, pobreza y el efecto del orden de nacimiento. Nuestros hallazgos están en línea con los estudios que documentan el efecto adverso que el trabajo tiene en el rezago educativo. Nuestras estimaciones muestran que un niño que trabaja tiene 4.4 % más de probabilidad de sufrir rezago educativo cuando la edad de ingreso a la escuela se establece en seis años, esta relación se mantiene para otras edades de ingreso a la escuela, pero con diferentes cuantías.

Aunque la evidencia apunta a la existencia de una relación negativa entre los niños que utilizan su tiempo tanto para el trabajo como para las actividades escolares, encontramos estudios que estiman que el trabajo infantil no tiene efecto negativo en la escolaridad. Por ejemplo, Dammert (2008), quien utilizó el mismo índice de distorsión de grado que utilizamos en nuestra investigación, afirma que no hay un efecto estadístico significativo para los niños peruanos. Según su argumento, los niños que trabajan pueden ganar el dinero necesario para cubrir los gastos relacionados con la educación, como uniformes y libros. Por lo tanto, no solo no hay un efecto adverso sino que, por el contrario, el trabajo y la asistencia escolar están relacionados positivamente y también tienen consecuencias positivas en términos de rendimiento educativo (Patrinos y Psacharopoulos, 1997).

Nuestros hallazgos sugieren una contradicción a esta situación. El trabajo infantil sí interfiere con el rezago educativo. Sin embargo, también encontramos que el trabajo no es el determinante más importante de la distorsión de grado. Los resultados apuntan a que existe una combinación de factores tales como el sector de trabajo en el que labora el jefe de familia, el dinamismo entre los miembros de la familia, además, si el niño se dedica a actividades laborales o no. Es probable que la presencia de niños pequeños en el hogar aumente la probabilidad de que los niños se atrasen en la escuela, con un mayor impacto en las niñas. Esto puede reflejar el hecho de que las hijas mayores tienen responsabilidades domésticas adicionales asociadas con hermanos y hermanas menores que son incompatibles con el rendimiento escolar.

Los jefes de hogar solteros tienen fuertes efectos negativos en el rendimiento escolar de los niños. Es probable que estas variables tengan efectos negativos en la educación de los niños porque muestran la necesidad de que el trabajo infantil sustituya a la oferta de trabajo de adultos. Por el contrario, la presencia de adultos mayores en el hogar induce a los niños a asistir a la escuela. Esto podría explicarse por los roles del hogar, ya que los niños son más sustituibles por el trabajo secundario en comparación con los jefes de hogar. Los adultos mayores que aún están activos pueden realizar las tareas domésticas de las que los niños normalmente serían responsables, lo que aumenta la probabilidad de que un niño asista a la escuela.

Además, nuestras estimaciones sugieren que los efectos del trabajo en el rendimiento escolar difieren según el tipo de trabajo que realiza un menor. Los niños que trabajan en actividades remuneradas reciben un efecto más dañino en su distorsión de la edad escolar que si trabajasen en tareas domésticas. Este hecho parece sugerir que diferentes tipos de trabajo infantil están asociados con diferentes expectativas en el curso de la vida, y que trabajar por dinero a una edad temprana implica no continuar la educación en niveles más altos. En el nivel teórico, se ha argumentado que el trabajo no remunerado se asocia positivamente con las expectativas de continuar la escuela y, en algunas situaciones, los estudiantes que trabajan no parecen estar en desventaja en comparación con los estudiantes que no trabajan, como Kandel y Post (2003) encontraron en su investigación.

Por otro lado, los resultados de las regresiones sugieren diferencias estadísticas con respecto a la distorsión por grado de edad entre niños y niñas. Encontramos que las niñas muestran menos probabilidades de tener rezago educativo en comparación con los niños, y este hallazgo se mantiene vigente independientemente de su actividad.

Sabemos que las diferencias de género están, en cierta medida, determinadas culturalmente. Hay investigaciones que demuestran que los padres tienden a comportarse de manera diferente en

relación con los niños y las niñas. En el nivel teórico se ha argumentado que si las escuelas se localizan lejos de casa, los padres pueden estar más dispuestos a enviar hijos para que viajen largas distancias en lugar de niñas (Tzannatos, 2003). Otra posibilidad podría ser que los padres también pueden estar motivados para invertir en niños, que tendrán más probabilidades de ayudarlos económicamente en su vejez. Si la expectativa de los padres es que es más probable que las niñas los apoyen durante su edad avanzada, es más probable que inviertan en la educación de las hijas en lugar de en los hijos (Emerson y Souza, 2008).

Nuestros hallazgos parecen estar en línea con la hipótesis de que el tipo de trabajo y el género desempeñan probablemente el papel más importante en términos de trabajo infantil y rendimiento escolar. De manera similar a nuestras estimaciones, Gustafsson-Wright y Hnin Pyne (2002) encontraron que los niños brasileños también tienden a quedarse atrás más que las niñas, incluso después de controlar las horas trabajadas. Señalan que las actividades laborales de los niños son menos compatibles con la escuela que las de las niñas, y la experiencia laboral también puede ser más valorada para los niños, mientras que las características de productividad observables, como la educación, pueden ser más valoradas para las niñas.

De manera similar, nuestros hallazgos sugieren que el estado de pobreza tiene diferentes implicaciones de género para la distorsión de los niños que trabajan en la edad escolar. Los niños que viven en hogares no pobres, pobres y extremadamente pobres tienen más probabilidad de retrasarse en su progreso escolar en comparación con las niñas que viven en hogares no pobres. Aun más interesante, las niñas que viven en hogares pobres y extremadamente pobres tienen menos probabilidad de experimentar una distorsión de la edad escolar en comparación con las niñas de familias no pobres, aunque este resultado puede contradecir el supuesto teórico de que los niños no pobres tienen más oportunidades de asistir a la escuela y consecuentemente una mayor probabilidad de un mejor rendimiento escolar. Nuestro hallazgo puede

reflejar el hecho de que México comenzó a enfrentar el desafío de proporcionar igualdad de acceso a la educación mediante la creación de instituciones y programas como el Consejo Nacional de Promoción de la Educación (CONAFE) y Prospera. Por ejemplo, uno de los objetivos de CONAFE es apuntar a esas comunidades pobres proporcionando subvenciones a los padres para que gasten en artículos escolares tales como uniformes, libros, cuadernos, etc. Como consecuencia, los niños que reciben apoyo de CONAFE muestran una disminución en la tasa de fracaso y deserción del 0.4 % (Gertler, Patrinos *et al.*, 2006).

Las diferencias de género en el trabajo infantil son evidentes no solo en la distribución de las actividades, sino también en las formas en que la experiencia temprana en el mercado laboral afecta las oportunidades educativas y futuras de empleo. La información sobre la diferencia en la naturaleza del desempeño laboral de niñas y niños es especialmente relevante para las políticas y programas que buscan mejorar el logro educativo y reducir la pobreza en México. Una mayor comprensión de la implicación del trabajo en la escuela es importante si se pretenden desarrollar políticas efectivas para reducir las disparidades de género en cuanto a logro escolar y tasas de deserción.

## Anexo

**Tabla A1**  
Definición de variables

| <i>Variable</i>                   | <i>Definición</i>                                                                                    |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Variable dependiente</i>       |                                                                                                      |
| W                                 | Es la probabilidad asociada a un niño de tener rezago en términos de edad para el grado que cursa.   |
| <i>Variables independientes</i>   |                                                                                                      |
| Características de los niños      |                                                                                                      |
| Mujer                             | 1 indica si se trata de una niña; 0 de otra manera                                                   |
| Edad                              | Edad en años cumplidos                                                                               |
| Edad al cuadrado                  | Edad al cuadrado                                                                                     |
| Características del hogar         |                                                                                                      |
| Gobierno                          | 1 indica si el jefe de hogar trabaja para el gobierno; 0 de otra manera.                             |
| Informal                          | 1 indica si el jefe de hogar trabaja en el sector informal; 0 de otra manera.                        |
| Otro                              | 1 indica si el jefe de hogar es migrante en EUA o en actividades no especificadas; 0 de otra manera. |
| Educación                         | Años de escolaridad del jefe de familia                                                              |
| Soltero(a)/divorciado(a)/viudo(a) | 1 indica si el jefe de hogar es soltero(a), viudo(a) o divorciado(a)                                 |
| Estructura familiar               |                                                                                                      |
| Tamaño del hogar                  | Número de miembros del hogar                                                                         |
| Educación del cónyuge             | Escolaridad en años del jefe del hogar                                                               |
| Niños 0-5                         | Total de niños de entre cero y cinco años en el hogar                                                |
| Niños 6-11                        | Total de niños de entre seis y once años en el hogar                                                 |
| Adultos mayores                   | Total de personas mayores a 64 años en el hogar                                                      |
| Discapacitados                    | Personas en el hogar con alguna discapacidad                                                         |
| Estatus de pobreza                |                                                                                                      |
| Pobre                             | 1 indica si el niño vive en un hogar pobre; 0 de otra manera.                                        |
| Extremamente pobre                | 1 indica si el niño vive en un hogar extremadamente pobre; 0 de otra manera.                         |
| Características de la ciudad      |                                                                                                      |
| Agricultura                       | 1 indica que la principal actividad económica de la ciudad es agricultura, 0 de otra manera.         |
| Manufactura pesada                | 1 indica que la principal actividad económica de la ciudad es la industria pesada, 0 de otra manera. |
| Manufactura ligera                | 1 indica que la principal actividad de la ciudad es la industria ligera, 0 de otra manera.           |
| Turismo                           | 1 indica que la principal actividad económica de la ciudad es el turismo, 0 de otra manera.          |
| Ciudades frontera                 | 1 indica que la ciudad hace frontera con usa, 0 de otra manera.                                      |

**Tabla A2**  
Estimaciones del modelo logit para niños de doce a diecisiete años

| <i>Variables</i>                                     | <i>Distorsión de grado (6)</i> | <i>Efecto marginal</i> | <i>Distorsión de grado (7)</i> | <i>Efecto marginal</i> | <i>Distorsión de grado (8)</i> | <i>Efecto marginal</i> |
|------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------|--------------------------------|------------------------|--------------------------------|------------------------|
| <i>Características del menor</i>                     |                                |                        |                                |                        |                                |                        |
| Mujer                                                | -0.342***<br>(0.009)           | -0.053                 | -0.301***<br>(0.005)           | -0.077                 | -0.255***<br>(0.011)           | -0.013                 |
| Edad                                                 | -1.711***<br>(0.045)           | -0.261                 | -0.774***<br>(0.041)           | -0.191                 | -1.122***<br>(0.070)           | -0.063                 |
| Edad al cuadrado                                     | 0.070***<br>(0.002)            | 0.013                  | 0.036***<br>(0.001)            | 0.008                  | 0.051***<br>(0.002)            | 0.003                  |
| Trabaja                                              | 0.154***<br>(0.009)            | 0.044                  | 0.076***<br>(0.007)            | 0.028                  | 0.211***<br>(0.013)            | 0.023                  |
| <i>Características del jefe de familia</i>           |                                |                        |                                |                        |                                |                        |
| Labora en el gobierno                                | -0.073***<br>(0.014)           | -0.013                 | -0.128***<br>(0.010)           | -0.034                 | -0.032<br>(0.021)              | -0.002                 |
| Informal                                             | 0.263***<br>(0.010)            | 0.041                  | 0.191***<br>(0.009)            | 0.047                  | 0.284***<br>(0.014)            | 0.017                  |
| Otro                                                 | -0.020<br>(0.039)              | -0.005                 | -0.005<br>(0.031)              | -0.002                 | -0.054<br>(0.057)              | -0.003                 |
| Escolaridad                                          | -0.193***<br>(0.003)           | -0.031                 | -0.121***<br>(0.002)           | -0.030                 | -0.238***<br>(0.005)           | -0.013                 |
| Soltero/<br>divorciado/viudo                         | 0.255***<br>(0.011)            | 0.043                  | 0.263***<br>(0.010)            | 0.069                  | 0.187***<br>(0.019)            | 0.012                  |
| <i>Características de los miembros de la familia</i> |                                |                        |                                |                        |                                |                        |
| Educación de la pareja                               | -0.101***<br>(0.001)           | -0.012                 | -0.057***<br>(0.002)           | -0.014                 | -0.109***<br>(0.005)           | -0.006                 |
| Personas mayores                                     | -0.251***<br>(0.014)           | -0.037                 | -0.203***<br>(0.011)           | -0.050                 | -0.263***<br>(0.019)           | -0.015                 |
| Discapacitados                                       | -0.008<br>(0.036)              | -0.003                 | 0.010<br>(0.031)               | 0.002                  | 0.029<br>(0.051)               | 0.002                  |
| Niños de 0 a 5 años                                  | 0.107***<br>(0.007)            | 0.014                  | 0.075***<br>(0.006)            | 0.017                  | 0.131***<br>(0.010)            | 0.007                  |
| Niños de 6 a 11 años                                 | 0.080***<br>(0.006)            | 0.016                  | 0.049***<br>(0.005)            | 0.012                  | 0.107***<br>(0.008)            | 0.006                  |
| Hijo/hija                                            | -0.020<br>(0.014)              | -0.006                 | -0.068***<br>(0.017)           | -0.011                 | -0.132***<br>(0.024)           | -0.008                 |



EL IMPACTO DEL TRABAJO INFANTIL Y EL ORDEN DE NACIMIENTO SOBRE LA DISTORSIÓN  
DE GRADO PARA LA EDAD EN ÁREAS URBANAS DE MÉXICO, 1987-2014

| <i>Variables</i>                    | <i>Distorsión<br/>de grado<br/>(6)</i> | <i>Efecto<br/>marginal</i> | <i>Distorsión<br/>de grado<br/>(7)</i> | <i>Efecto<br/>marginal</i> | <i>Distorsión<br/>de grado<br/>(8)</i> | <i>Efecto<br/>marginal</i> |
|-------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------|----------------------------|
| Tamaño del hogar                    | 0.069***<br>(0.002)                    | 0.018                      | 0.074***<br>(0.002)                    | 0.011                      | 0.061***<br>(0.004)                    | 0.004                      |
| <i>Estatus de pobreza</i>           |                                        |                            |                                        |                            |                                        |                            |
| Pobre                               | 0.050***<br>(0.009)                    | 0.013                      | 0.165***<br>(0.011)                    | 0.026                      | 0.189***<br>(0.017)                    | 0.013                      |
| Extremamente pobre                  | 0.085***<br>(0.010)                    | 0.023                      | 0.203***<br>(0.013)                    | 0.033                      | 0.258***<br>(0.018)                    | 0.017                      |
| <i>Características de la ciudad</i> |                                        |                            |                                        |                            |                                        |                            |
| Agricultura                         | -0.080***<br>(0.007)                   | -0.016                     | -0.107***<br>(0.009)                   | -0.016                     | -0.063***<br>(0.013)                   | -0.003                     |
| Industria pesada                    | -0.208***<br>(0.009)                   | -0.052                     | -0.184***<br>(0.011)                   | -0.027                     | -0.090***<br>(0.016)                   | -0.005                     |
| Industria ligera                    | -0.108***<br>(0.009)                   | -0.027                     | -0.095***<br>(0.010)                   | -0.014                     | -0.067***<br>(0.015)                   | -0.004                     |
| Turismo                             | 0.041***<br>(0.007)                    | 0.009                      | 0.118***<br>(0.009)                    | 0.019                      | 0.221***<br>(0.013)                    | 0.013                      |
| Fronteriza                          | 0.092***<br>(0.010)                    | 0.025                      | 0.213***<br>(0.012)                    | 0.035                      | 0.337***<br>(0.016)                    | 0.021                      |

\*\*\* Nivel de significancia al 0.1, \*\* Nivel de significancia al 0.5, \* Nivel de significancia al 0.10

**Tabla A3**  
Estimaciones del modelo logit para niños de doce a diecisiete años

| <i>Variables</i>                                     | <i>Distorsión de grado (6)</i> | <i>Efecto marginal</i> | <i>Distorsión de grado (7)</i> | <i>Efecto marginal</i> | <i>Distorsión de grado (8)</i> | <i>Efecto marginal</i> |
|------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------|--------------------------------|------------------------|--------------------------------|------------------------|
| <i>Características del menor</i>                     |                                |                        |                                |                        |                                |                        |
| Mujer                                                | -0.297**<br>(0.007)            | -0.072                 | -0.330***<br>(0.009)           | -0.052                 | -0.237***<br>(0.013)           | -0.014                 |
| Edad                                                 | -0.767***<br>(0.041)           | -0.191                 | -1.702***<br>(0.049)           | -0.261                 | -1.110***<br>(0.070)           | -0.062                 |
| Edad al cuadrado                                     | 0.035***<br>(0.001)            | 0.009                  | 0.070***<br>(0.002)            | 0.011                  | 0.050***<br>(0.002)            | 0.003                  |
| Trabaja en actividades remuneradas                   | 0.194***<br>(0.015)            | 0.049                  | 0.311***<br>(0.016)            | 0.052                  | 0.383***<br>(0.021)            | 0.025                  |
| Trabaja en actividades no remuneradas                | -0.090***<br>(0.022)           | -0.026                 | -0.082**<br>(0.027)            | -0.012                 | -0.037<br>(0.035)              | -0.002                 |
| Trabaja en actividades domésticas                    | 0.052***<br>(0.012)            | 0.013                  | 0.109***<br>(0.014)            | 0.017                  | 0.151***<br>(0.019)            | 0.009                  |
| <i>Características del jefe de familia</i>           |                                |                        |                                |                        |                                |                        |
| Labora en el gobierno                                | -0.128***<br>(0.010)           | -0.033                 | -0.074***<br>(0.014)           | -0.012                 | -0.033<br>(0.021)              | -0.002                 |
| Informal                                             | 0.191***<br>(0.009)            | 0.045                  | 0.263***<br>(0.010)            | 0.043                  | 0.284***<br>(0.014)            | 0.017                  |
| Otro                                                 | -0.006<br>(0.031)              | -0.002                 | -0.022<br>(0.041)              | -0.003                 | -0.057<br>(0.057)              | -0.003                 |
| Escolaridad                                          | -0.121***<br>(0.002)           | -0.031                 | -0.192***<br>(0.003)           | -0.029                 | -0.237***<br>(0.005)           | -0.013                 |
| Soltero/<br>divorciado/<br>viudo                     | 0.262***<br>(0.011)            | 0.067                  | 0.251***<br>(0.013)            | 0.041                  | 0.183***<br>(0.019)            | 0.011                  |
| <i>Características de los miembros de la familia</i> |                                |                        |                                |                        |                                |                        |
| Educación de la pareja                               | -0.058***<br>(0.002)           | -0.014                 | -0.100***<br>(0.003)           | -0.015                 | -0.107***<br>(0.005)           | -0.006                 |
| Personas mayores                                     | -0.201***<br>(0.011)           | -0.049                 | -0.250***<br>(0.013)           | -0.038                 | -0.261***<br>(0.019)           | -0.015                 |
| Discapacitados                                       | 0.009<br>(0.031)               | 0.002                  | -0.008<br>(0.038)              | -0.001                 | 0.030<br>(0.051)               | 0.002                  |

EL IMPACTO DEL TRABAJO INFANTIL Y EL ORDEN DE NACIMIENTO SOBRE LA DISTORSIÓN  
DE GRADO PARA LA EDAD EN ÁREAS URBANAS DE MÉXICO, 1987-2014

| <i>Variables</i>                    | <i>Distorsión<br/>de grado<br/>(6)</i> | <i>Efecto<br/>marginal</i> | <i>Distorsión<br/>de grado<br/>(7)</i> | <i>Efecto<br/>marginal</i> | <i>Distorsión<br/>de grado<br/>(8)</i> | <i>Efecto<br/>marginal</i> |
|-------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------|----------------------------|
| Menores de 0 a 5 años               | 0.077***<br>(0.006)                    | 0.018                      | 0.106***<br>(0.007)                    | 0.016                      | 0.128***<br>(0.010)                    | 0.007                      |
| Menores de 6 a 11 años              | 0.047***<br>(0.005)                    | 0.012                      | 0.088***<br>(0.006)                    | 0.014                      | 0.102***<br>(0.008)                    | 0.006                      |
| Hijo/hija                           | -0.018<br>(0.014)                      | -0.004                     | -0.066***<br>(0.017)                   | -0.010                     | -0.129***<br>(0.024)                   | -0.008                     |
| Tamaño del hogar                    | 0.070***<br>(0.002)                    | 0.016                      | 0.073***<br>(0.003)                    | 0.011                      | 0.061***<br>(0.004)                    | 0.003                      |
| <i>Estatus de pobreza</i>           |                                        |                            |                                        |                            |                                        |                            |
| Pobre                               | 0.050***<br>(0.009)                    | 0.013                      | 0.167***<br>(0.011)                    | 0.026                      | 0.192***<br>(0.017)                    | 0.011                      |
| Extremamente pobre                  | 0.087***<br>(0.010)                    | 0.023                      | 0.210***<br>(0.013)                    | 0.033                      | 0.268***<br>(0.018)                    | 0.016                      |
| <i>Características de la ciudad</i> |                                        |                            |                                        |                            |                                        |                            |
| Agricultura                         | -0.069***<br>(0.007)                   | -0.016                     | -0.107***<br>(0.009)                   | -0.016                     | -0.062***<br>(0.013)                   | -0.003                     |
| Industria pesada                    | -0.209***<br>(0.009)                   | -0.051                     | -0.188***<br>(0.011)                   | -0.026                     | -0.096***<br>(0.016)                   | -0.007                     |
| Industria ligera                    | -0.106***<br>(0.009)                   | -0.024                     | -0.092***<br>(0.010)                   | -0.014                     | -0.063***<br>(0.015)                   | -0.003                     |
| Turismo                             | 0.041***<br>(0.008)                    | 0.010                      | 0.118***<br>(0.009)                    | 0.019                      | 0.221***<br>(0.013)                    | 0.013                      |
| Fronteriza                          | 0.092***<br>(0.010)                    | 0.023                      | 0.215***<br>(0.012)                    | 0.035                      | 0.339***<br>(0.016)                    | 0.022                      |

\*\*\* Nivel de significancia al 0.1, \*\* Nivel de significancia al 0.5, \* Nivel de significancia al 0.10  
Fuente: estimaciones propias.

**Tabla A4**  
Estimaciones del modelo logit para niños de doce a diecisiete años

| <i>Variables</i>                                     | <i>Distorsión<br/>de<br/>grado (6)</i> | <i>Efecto<br/>marginal</i> | <i>Distorsión<br/>de<br/>grado (7)</i> | <i>Efecto<br/>marginal</i> | <i>Distorsión<br/>de<br/>grado (8)</i> | <i>Efecto<br/>marginal</i> |
|------------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------|----------------------------|
| <i>Características del menor</i>                     |                                        |                            |                                        |                            |                                        |                            |
| Edad                                                 | -0.765***<br>(0.041)                   | -0.192                     | -1.691***<br>(0.049)                   | -0.262                     | -1.111***<br>(0.070)                   | -0.067                     |
| Edad al cuadrado                                     | 0.035***<br>(0.001)                    | 0.009                      | 0.070***<br>(0.002)                    | 0.011                      | 0.050***<br>(0.002)                    | 0.003                      |
| Niños pobres que trabajan                            | 0.255***<br>(0.020)                    | 0.064                      | 0.308***<br>(0.022)                    | 0.053                      | 0.294***<br>(0.028)                    | 0.017                      |
| Niñas pobres que trabajan                            | -0.062***<br>(0.018)                   | -0.019                     | -0.012<br>(0.020)                      | -0.002                     | 0.067**<br>(0.025)                     | 0.007                      |
| Niños extremadamente pobres que trabajan             | 0.268***<br>(0.024)                    | 0.067                      | 0.323***<br>(0.024)                    | 0.057                      | 0.361***<br>(0.033)                    | 0.025                      |
| Niñas extremadamente pobres que trabajan             | -0.070***<br>(0.019)                   | -0.019                     | -0.016<br>(0.021)                      | -0.002                     | 0.091***<br>(0.026)                    | 0.004                      |
| Niños no pobres que trabajan                         | 0.176***<br>(0.022)                    | 0.041                      | 0.234***<br>(0.027)                    | 0.040                      | 0.206***<br>(0.037)                    | 0.014                      |
| <i>Características del jefe de familia</i>           |                                        |                            |                                        |                            |                                        |                            |
| Labora en el gobierno                                | -0.131***<br>(0.010)                   | -0.031                     | -0.079***<br>(0.014)                   | -0.012                     | -0.036<br>(0.020)                      | -0.002                     |
| Informal                                             | 0.193***<br>(0.008)                    | 0.047                      | 0.267***<br>(0.010)                    | 0.043                      | 0.289***<br>(0.014)                    | 0.019                      |
| Otro                                                 | -0.029<br>(0.031)                      | -0.007                     | -0.085*<br>(0.039)                     | -0.011                     | -0.127*<br>(0.057)                     | -0.007                     |
| Escolaridad                                          | -0.124***<br>(0.002)                   | -0.033                     | -0.200***<br>(0.003)                   | -0.031                     | -0.247***<br>(0.004)                   | -0.017                     |
| Soltero/divorciado/viudo                             | 0.258***<br>(0.011)                    | 0.067                      | 0.242***<br>(0.013)                    | 0.040                      | 0.175***<br>(0.019)                    | 0.010                      |
| <i>Características de los miembros de la familia</i> |                                        |                            |                                        |                            |                                        |                            |
| Educación de la pareja                               | -0.061***<br>(0.002)                   | -0.015                     | -0.105***<br>(0.003)                   | -0.016                     | -0.113***<br>(0.005)                   | -0.006                     |
| Personas mayores                                     | -0.198***<br>(0.011)                   | -0.049                     | -0.244***<br>(0.013)                   | -0.038                     | -0.254***<br>(0.019)                   | -0.014                     |
| Discapacitados                                       | 0.011<br>(0.031)                       | 0.003                      | -0.007<br>(0.038)                      | -0.001                     | 0.030<br>(0.051)                       | 0.002                      |

| <i>Variables</i>                    | <i>Distorsión<br/>de<br/>grado (6)</i> | <i>Efecto<br/>marginal</i> | <i>Distorsión<br/>de<br/>grado (7)</i> | <i>Efecto<br/>marginal</i> | <i>Distorsión<br/>de<br/>grado (8)</i> | <i>Efecto<br/>marginal</i> |
|-------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------|----------------------------|
| Menores de 0 a 5 años               | 0.083***<br>(0.006)                    | 0.021                      | 0.119***<br>(0.007)                    | 0.018                      | 0.145***<br>(0.010)                    | 0.008                      |
| Menores de 6 a 11 años              | 0.054***<br>(0.005)                    | 0.013                      | 0.104***<br>(0.005)                    | 0.016                      | 0.123***<br>(0.007)                    | 0.007                      |
| Hijo/hija                           | -0.011<br>(0.014)                      | -0.003                     | -0.054**<br>(0.017)                    | -0.009                     | -0.119***<br>(0.024)                   | -0.007                     |
| Tamaño del hogar                    | 0.069***<br>(0.002)                    | 0.017                      | 0.071***<br>(0.003)                    | 0.011                      | 0.057***<br>(0.004)                    | 0.003                      |
| <i>Características de la ciudad</i> |                                        |                            |                                        |                            |                                        |                            |
| Agricultura                         | -0.065***<br>(0.007)                   | -0.017                     | -0.103***<br>(0.009)                   | -0.014                     | -0.055***<br>(0.013)                   | -0.003                     |
| Industria pesada                    | -0.213***<br>(0.009)                   | -0.053                     | -0.197***<br>(0.011)                   | -0.030                     | -0.105***<br>(0.016)                   | -0.006                     |
| Industria ligera                    | -0.110***<br>(0.009)                   | -0.027                     | -0.104***<br>(0.010)                   | -0.017                     | -0.080***<br>(0.015)                   | -0.004                     |
| Turismo                             | 0.040***<br>(0.008)                    | 0.010                      | 0.118***<br>(0.009)                    | 0.019                      | 0.221***<br>(0.013)                    | 0.014                      |
| Fronteriza                          | 0.075***<br>(0.009)                    | 0.019                      | 0.170***<br>(0.011)                    | 0.028                      | 0.284***<br>(0.016)                    | 0.018                      |

\*\*\* Nivel de significancia al 0.1, \*\* Nivel de significancia al 0.5, \* Nivel de significancia al 0.10  
Fuente: estimaciones propias.

Tabla A5

Estimaciones del modelo logit para niños de doce a diecisiete años (niñas)

| <i>Variables</i>                                     | <i>Distorsión de grado (6)</i> | <i>Efecto marginal</i> | <i>Distorsión de grado (7)</i> | <i>Efecto marginal</i> | <i>Distorsión de grado (8)</i> | <i>Efecto marginal</i> |
|------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------|--------------------------------|------------------------|--------------------------------|------------------------|
| <i>Características del menor</i>                     |                                |                        |                                |                        |                                |                        |
| Edad                                                 | -0.862***<br>(0.058)           | -0.216                 | -1.917***<br>(0.072)           | -0.264                 | -1.294***<br>(0.105)           | -0.064                 |
| Edad al cuadrado                                     | 0.038***<br>(0.002)            | 0.010                  | 0.080***<br>(0.002)            | 0.013                  | 0.059***<br>(0.004)            | 0.004                  |
| Trabaja en actividades remuneradas                   | 0.187***<br>(0.026)            | 0.047                  | 0.365***<br>(0.028)            | 0.055                  | 0.416***<br>(0.036)            | 0.025                  |
| Trabaja en actividades no remuneradas                | -0.086*<br>(0.035)             | -0.022                 | -0.173***<br>(0.046)           | -0.022                 | -0.044<br>(0.058)              | -0.002                 |
| Trabaja en actividades domésticas                    | 0.056***<br>(0.014)            | 0.021                  | 0.124***<br>(0.016)            | 0.017                  | 0.164***<br>(0.022)            | 0.007                  |
| <i>Características del jefe de familia</i>           |                                |                        |                                |                        |                                |                        |
| Labora en el gobierno                                | -0.150***<br>(0.014)           | -0.037                 | -0.098**<br>(0.020)            | -0.016                 | -0.041<br>(0.030)              | -0.002                 |
| Informal                                             | 0.190***<br>(0.013)            | 0.046                  | 0.278***<br>(0.015)            | 0.041                  | 0.306***<br>(0.021)            | 0.016                  |
| Otro                                                 | -0.027<br>(0.043)              | -0.007                 | -0.034<br>(0.054)              | -0.005                 | -0.097<br>(0.072)              | -0.005                 |
| Escolaridad                                          | -0.123***<br>(0.003)           | -0.032                 | -0.197***<br>(0.004)           | -0.026                 | -0.223***<br>(0.006)           | -0.011                 |
| Soltero/<br>divorciado/viudo                         | 0.257***<br>(0.015)            | 0.066                  | 0.255***<br>(0.019)            | 0.037                  | 0.119***<br>(0.028)            | 0.008                  |
| <i>Características de los miembros de la familia</i> |                                |                        |                                |                        |                                |                        |
| Educación de la pareja                               | -0.052***<br>(0.003)           | -0.013                 | -0.092***<br>(0.005)           | -0.013                 | -0.108***<br>(0.007)           | -0.005                 |
| Personas mayores                                     | -0.194***<br>(0.015)           | -0.048                 | -0.256***<br>(0.019)           | -0.035                 | -0.311***<br>(0.027)           | -0.015                 |
| Disabled                                             | -0.091*<br>(0.044)             | -0.023                 | -0.065<br>(0.054)              | -0.009                 | -0.008<br>(0.072)              | -0.000                 |
| Menores de 0 a 5 años                                | 0.082***<br>(0.009)            | 0.020                  | 0.097***<br>(0.010)            | 0.013                  | 0.137***<br>(0.014)            | 0.007                  |

EL IMPACTO DEL TRABAJO INFANTIL Y EL ORDEN DE NACIMIENTO SOBRE LA DISTORSIÓN  
DE GRADO PARA LA EDAD EN ÁREAS URBANAS DE MÉXICO, 1987-2014

|                                     |                      |        |                      |        |                      |        |
|-------------------------------------|----------------------|--------|----------------------|--------|----------------------|--------|
| Menores de 6 a 11 años              | 0.069***<br>(0.007)  | 0.017  | 0.115***<br>(0.008)  | 0.016  | 0.122***<br>(0.011)  | 0.006  |
| Hijo/hija                           | -0.070***<br>(0.019) | -0.017 | -0.133***<br>(0.023) | -0.019 | -0.252***<br>(0.032) | -0.014 |
| Tamaño del hogar                    | 0.063***<br>(0.003)  | 0.017  | 0.073***<br>(0.003)  | 0.011  | 0.061***<br>(0.004)  |        |
| <i>Estatus de pobreza</i>           |                      |        |                      |        |                      |        |
| Pobre                               | 0.045***<br>(0.013)  | 0.013  | 0.161***<br>(0.017)  | 0.024  | 0.152***<br>(0.025)  | 0.008  |
| Extremamente pobre                  | 0.085***<br>(0.014)  | 0.022  | 0.212***<br>(0.018)  | 0.032  | 0.226***<br>(0.027)  | 0.011  |
| <i>Características de la ciudad</i> |                      |        |                      |        |                      |        |
| Agricultura                         | -0.064***<br>(0.010) | -0.016 | -0.090***<br>(0.013) | -0.012 | -0.014<br>(0.019)    | -0.001 |
| Industria pesada                    | -0.204***<br>(0.012) | -0.051 | -0.152***<br>(0.016) | -0.020 | 0.021<br>(0.023)     | 0.001  |
| Industria ligera                    | -0.095***<br>(0.012) | -0.024 | -0.066***<br>(0.016) | -0.009 | -0.034<br>(0.022)    | -0.002 |
| Turismo                             | 0.035**<br>(0.011)   | 0.009  | 0.111***<br>(0.014)  | 0.016  | 0.222***<br>(0.019)  | 0.012  |
| Fronteriza                          | 0.075***<br>(0.014)  | 0.019  | 0.209***<br>(0.017)  | 0.030  | 0.308***<br>(0.025)  | 0.017  |

\*\*\* Nivel de significancia al 0.1, \*\* Nivel de significancia al 0.5, \* Nivel de significancia al 0.10  
Fuente: estimaciones propias.

Tabla A6

Estimaciones del modelo logit para niños de doce a diecisiete años (niños)

| <i>Variables</i>                                     | <i>Distorsión de grado (6)</i> | <i>Efecto marginal</i> | <i>Distorsión de grado (7)</i> | <i>Efecto marginal</i> | <i>Distorsión de grado (8)</i> | <i>Efecto marginal</i> |
|------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------|--------------------------------|------------------------|--------------------------------|------------------------|
| <i>Características del menor</i>                     |                                |                        |                                |                        |                                |                        |
| Edad                                                 | -0.676***<br>(0.058)           | -0.165                 | -1.488***<br>(0.067)           | -0.251                 | -0.870***<br>(0.095)           | -0.054                 |
| Edad al cuadrado                                     | 0.032***<br>(0.002)            | 0.008                  | 0.062***<br>(0.002)            | 0.011                  | 0.040***<br>(0.003)            | 0.003                  |
| Trabaja en actividades remuneradas                   | 0.195***<br>(0.018)            | 0.047                  | 0.285***<br>(0.019)            | 0.053                  | 0.375***<br>(0.025)            | 0.027                  |
| Trabaja en actividades no remuneradas                | -0.089**<br>(0.028)            | -0.022                 | -0.024<br>(0.033)              | -0.004                 | -0.015<br>(0.044)              | -0.001                 |
| Trabaja en actividades domésticas                    | 0.035<br>(0.024)               | 0.011                  | 0.023<br>(0.028)               | 0.004                  | 0.049<br>(0.040)               | 0.003                  |
| <i>Características del jefe de familia</i>           |                                |                        |                                |                        |                                |                        |
| Labora en el gobierno                                | -0.106***<br>(0.014)           | -0.026                 | -0.053**<br>(0.018)            | -0.009                 | -0.025<br>(0.028)              | -0.002                 |
| Informal                                             | 0.192***<br>(0.013)            | 0.046                  | 0.250***<br>(0.014)            | 0.044                  | 0.268***<br>(0.019)            | 0.018                  |
| Otro                                                 | 0.016<br>(0.046)               | 0.004                  | -0.012<br>(0.057)              | -0.002                 | -0.020<br>(0.085)              | -0.001                 |
| Escolaridad                                          | -0.122***<br>(0.003)           | -0.030                 | -0.189***<br>(0.004)           | -0.032                 | -0.250***<br>(0.006)           | -0.016                 |
| Soltero/<br>divorciado/viudo                         | 0.269***<br>(0.015)            | 0.065                  | 0.248***<br>(0.018)            | 0.044                  | 0.236***<br>(0.026)            | 0.016                  |
| <i>Características de los miembros de la familia</i> |                                |                        |                                |                        |                                |                        |
| Educación de la pareja                               | -0.064***<br>(0.003)           | -0.016                 | -0.108***<br>(0.004)           | -0.018                 | -0.107***<br>(0.007)           | -0.007                 |
| Personas mayores                                     | -0.208***<br>(0.015)           | -0.051                 | -0.243***<br>(0.018)           | -0.041                 | -0.214***<br>(0.026)           | -0.013                 |
| Discapacitados                                       | 0.110*<br>(0.043)              | 0.027                  | 0.036<br>(0.053)               | 0.006                  | 0.058<br>(0.072)               | 0.004                  |
| Menores de 0 a 5 años                                | 0.071***<br>(0.009)            | 0.017                  | 0.114***<br>(0.010)            | 0.019                  | 0.119***<br>(0.013)            | 0.007                  |



| <i>Variables</i>                    | <i>Distorsión<br/>de grado<br/>(6)</i> | <i>Efecto<br/>marginal</i> | <i>Distorsión<br/>de grado<br/>(7)</i> | <i>Efecto<br/>marginal</i> | <i>Distorsión<br/>de grado<br/>(8)</i> | <i>Efecto<br/>marginal</i> |
|-------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------|----------------------------|
| Menores de 6 a 11 años              | 0.025***<br>(0.007)                    | 0.006                      | 0.065***<br>(0.008)                    | 0.011                      | 0.087***<br>(0.010)                    | 0.005                      |
| Hijo/hija                           | 0.042*<br>(0.020)                      | 0.010                      | -0.001<br>(0.024)                      | -0.000                     | -0.012<br>(0.034)                      | -0.001                     |
| Tamaño del hogar                    | 0.077***<br>(0.003)                    | 0.019                      | 0.079***<br>(0.004)                    | 0.013                      | 0.070***<br>(0.005)                    | 0.004                      |
| <i>Estatus de pobreza</i>           |                                        |                            |                                        |                            |                                        |                            |
| Pobre                               | 0.056***<br>(0.012)                    | 0.014                      | 0.172***<br>(0.015)                    | 0.029                      | 0.229***<br>(0.023)                    | 0.015                      |
| Extremamente pobre                  | 0.090***<br>(0.014)                    | 0.022                      | 0.208***<br>(0.017)                    | 0.036                      | 0.306***<br>(0.025)                    | 0.020                      |
| <i>Características de la ciudad</i> |                                        |                            |                                        |                            |                                        |                            |
| Agricultura                         | -0.074***<br>(0.011)                   | -0.018                     | -0.121***<br>(0.012)                   | -0.020                     | -0.103***<br>(0.018)                   | -0.006                     |
| Industria pesada                    | -0.214***<br>(0.012)                   | -0.053                     | -0.220***<br>(0.015)                   | -0.035                     | -0.205***<br>(0.022)                   | -0.012                     |
| Industria ligera                    | -0.116***<br>(0.012)                   | -0.029                     | -0.114***<br>(0.014)                   | -0.019                     | -0.087***<br>(0.020)                   | -0.005                     |
| Turismo                             | 0.048***<br>(0.011)                    | 0.012                      | 0.127***<br>(0.013)                    | 0.022                      | 0.222***<br>(0.018)                    | 0.015                      |
| Fronteriza                          | 0.109***<br>(0.014)                    | 0.026                      | 0.222***<br>(0.016)                    | 0.040                      | 0.365***<br>(0.022)                    | 0.026                      |

\*\*\* Nivel de significancia al 0.1, \*\* Nivel de significancia al 0.5, \* Nivel de significancia al 0.10  
Fuente: estimaciones propias.

## 6. Referencias

- Abler, D.; Rodriguez, J. *et al.* (1998), "The Allocation of Children's Time in Mexico and Peru", documento de trabajo 98-08, Population Research Institute.
- Basu, K. (1999), "Child Labor: Cause, Consequence, and Cure, with Remarks on International Labor Standards", *Journal of Economic Literature*, 37(3), pp. 1083-1119.
- Basu, K. & Z. Tzannatos (2003), "The Global Child Labor Problem: What Do We Know and What Can We Do?", *World Bank Economic Review*, 17(2), pp. 147-173.
- Beegle, K.; Dehejia, R. *et al.* (2007), *The Consequences of Child Labor: Evidence from Longitudinal Data in Rural Tanzania*, The World Bank.
- Bezerra, M.; Kassouf, A. *et al.* (2009), "The Impact of Child Labor and School Quality on Academic Achievement in Brazil", (4062), Institute for the Study of Labor.
- Boozer, M. A., & T. Suri (2001), "Child Labor and Schooling Decisions in Ghana", documento de trabajo, Yale University.
- Chamarbagwala, R. (2008), "Regional Returns to Education, Child Labour and Schooling in India", *Journal of Development Studies*, 44.
- Dammert, A. (2008), "Child Labor and Schooling Response to Changes in Coca Production in Rural Peru", *Journal of Development Economics*, 86.
- (2010), "Siblings, Child Labor and Schooling in Nicaragua and Guatemala", *Journal of Population Economics*, 23.
- Deb, P. & F. Rosati (2004), "Determinants of Child Labor and School Attendance: The Role of Household Unobservables", *Department of Economics*, University of Rome.
- Edmonds, E. (2006), "Understanding Sibling Differences in Child Labor", *Journal of Population Economics*, 19.
- Emerson, P. & A. Souza (2007), "Child Labor, School Attendance, and Intra-household Gender Bias in Brazil", *The World Economic Review*, 21(2).
- (2008), "Birth Order, Child Labor, and School Attendance in Brazil", *World Development*, 36(9), pp. 1647-1664.
- Ersado, L. (2005), "Child Labor and Schooling Decisions in Urban and Rural Areas: Comparative Evidence from Nepal, Peru, and Zimbabwe", *World Development*, 33(3), pp. 455-480.
- Gertler, P.; Patrinos, H. *et al.* (2006), "Empowering Parents to Improve Education: Evidence from Rural Mexico", documento de trabajo 3935, World Bank.
- Goulart, P. & A. S. Bedi (2008), "Child Labour and Educational Success in Portugal", *Economics of Education Review*, 27(5), pp. 575-587.

- Gunnarsson, V.; Orazem, P. *et al.* (2004), *Child Labor and School Achievement in Latin America*, International Programme on the Elimination of Child Labour (IPEC).
- Gustafsson-Wright, E. & H. Hnin Pyne (2002), "Gender Dimensions of Child Labor and Street Children in Brazil", documento de trabajo, The World Bank.
- Heady, C. (2000), "What is the Effect on Child Labour on Learning Achievement? Evidence from Ghana", UNICEF, *Innocenti Research Centre*, 79.
- Heckman (1979), "Simple Selection Bias As a Specification Error", *Econometrica*, 47.
- Kandel, W. & Post (2003), "After School Work in Mexico: Competing for Children's Time Success", *International Journal of Educational Development*, 23, pp. 299-314.
- Khanam & R. Rusell (2005), "Child Work and other Determinants of School Attendance and School Attainment in Bangladesh", Munich personal repect achive (MPRA) (9397).
- Lopez, A. (2005), "Schooling and Child Labour in Mexico: An Empirical Analysis", *Analysis Economico*, 45.
- Orazem, P. y V. Gunnarsson (2003), *Child Labour, School Attendance and Academic Performance: A Review*, International Programme on the Elimination of Child Labour (IPEC).
- Patrinos, H. A. & G. Psacharopoulos (1997), "Family Size, Schooling and Child Labor in Peru -An Empirical Analysis", *Journal of Population Economics*, 10(4), pp. 387-405.
- Paul Schultz, T. (2004), "School Subsidies for the Poor: Evaluating the Mexican Progreso Poverty Program", *Journal of Development Economics*, 74(1), pp. 199-250.
- Psacharopolus, G. & H. Yang (1991), "Educational Attainment among Venezuelan Youth: An Analysis of Its Determinants", *International Journal of Educational Development*, 11(4).
- Psacharopoulos, G. (1997), "Child Labor Versus Educational Attainment - Some Evidence from Latin America", *Journal of Population Economics*, 10(4), pp. 377-386.
- Ravallion, M. & Q. Wodon (2000), "Does Child Labour Displace Schooling? Evidence on Behavioural Responses to An Enlment Subsidy", *Economic Journal*, 110.
- Robles, H. & D. Abler (2000), "Education and Labor Force Participation by Mexican Children During Structural Adjustment: A Macroeconomic Analysis", documento de trabajo 00-05, Population Research Institute.
- Shimamura, Y. & S. Lastarria-Cornhiel (2010), "Credit Program Participation and Child Schooling in Rural Malawi", *World Development*, 38(4).

- Tzannatos, Z. (2003), "Child Labor and School Enrollment in Thailand in the 1990s", *Economics of Education Review*, 22(5), pp. 523-536.
- Watson, A. (2008), "The Impact of Child Labour on the Educational Achievement of Children in Vietnam", en *Young Lives. An International Study of Childhood Poverty*.

## SEMBLANZAS

### **Edith Paloma Airada Hernández**

La Mtra. Edith Paloma Airada Hernández es licenciada en Economía por la Universidad Autónoma de Sinaloa y maestra en Negocios y Estudios Económicos por la Universidad de Guadalajara dentro del padrón de programas de excelencia del CONACYT. Actualmente trabaja para una empresa de cadenas hoteleras como Analista de Power BI. Anteriormente se desempeñó en el ramo financiero, brindando asesoría de generación de créditos, análisis de estados de cuenta, regulaciones de la Comisión Nacional de la Banca de Valores, entre otras actividades.

### **Rafael Salvador Espinosa Ramírez**

El Dr. Espinosa Ramírez es doctor en Economía por la Universidad de Essex, maestro en Economía por el Centro de Investigación y Docencia Económicas (CIDE). Es profesor investigador y director del Centro de Investigaciones Sociales y Económicas (CISE) en el Departamento de Economía de la Universidad de Guadalajara. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel II. Sus temas de investigación refieren a las LGACs Finanzas, Riesgos y Econofísica; Economía del Crimen; Economía Internacional; Pobreza, Mercado Laboral y Distribución del Ingreso; y Economía Política y Economía Pública. E-mail: rafaelsa@cucea.udg.mx.

### **Carlos Ignacio García Jiménez**

Es profesor huésped Nivel II en el Departamento de Métodos Cuantitativos de la Universidad de Guadalajara. Estudió el doctorado en Economía Aplicada a las Finanzas Públicas y tiene estudios posdoctorales en Ciencias Políticas en la Louisiana State

University. Es miembro de la Academia Mexicana de Ciencias Económicas. Su investigación ha involucrado microeconomía, macroeconomía, banca central, finanzas, administración y políticas públicas. Ha realizado consultorías para el Gobierno del Estado de Jalisco relacionadas a la gestión ambiental y la identificación y negociación de conflictos. E-mail: cignacio@cucea.udg.mx.

### **Leonardo Adalberto Gatica Arreola**

El Dr. Gatica Arreola es profesor investigador del Departamento de Economía de la Universidad de Guadalajara. Obtuvo el doctorado en Economía por la Universidad de Texas en Austin. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (Nivel I). Es miembro de la Academia Nacional de Evaluadores de México y de la Red de Investigación en Políticas Públicas y Gobierno. Sus temas de investigación refieren a las LGACs Economía del Crimen; Pobreza, Mercado Laboral y Distribución del Ingreso; Economía Política y Economía Pública; y Evaluación de Programas Sociales. E-mail: leonardo.gatica@cucea,udg.mx.

### **Victor Hugo Gualajara Estrada**

El Dr. Gualajara Estrada es profesor investigador del Departamento de Métodos Cuantitativos de la Universidad de Guadalajara. Obtuvo el doctorado en Ciencias Físico-Matemáticas en la Universidad de Guadalajara. Actualmente es el titular responsable del cuerpo académico UDG-CA-826, “Temas de Economía Internacional, Finanzas y Desarrollo”. Sus intereses refieren a los usos de los métodos cuantitativos para las ciencias económico-administrativas y de los modelos de física aplicados a las finanzas. Sus temas de investigación refieren a la LGAC Finanzas, Riesgos y Econofísica. E-mail: vgualajara@cucea.udg.mx.

**Jonathan Haro Núñez**

Jonathan Haro Núñez obtuvo la maestría en Economía en la Universidad de Guadalajara con una beca del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Sus temas de investigación son Desarrollo Económico. Actualmente labora en Hewlett Packard.

**Claraliz Heráldez León**

Claraliz Heráldez León es egresada de la maestría en Negocios y Estudios Económicos en la Universidad de Guadalajara con una beca del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. En su experiencia académica ganó el premio Culture International Collaboration Project en 2017, sus temas de investigación son fusiones y adquisiciones en México y valuación de activos financieros.

**Clemente Hernández Rodríguez**

El Dr. Hernández Rodríguez es profesor investigador del Departamento de Economía de la Universidad de Guadalajara. Obtuvo el doctorado en Economía en la Universidad de Arizona. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (Nivel I), de la American Economic Association, la Academy of Management, la American Society of Hispanic Economists, la International Society of Ecological Economics, la Academia Mexicana de Ciencias Económicas y la Academia Jalisciense de Ciencias. Sus temas de investigación refieren a las LGACs Desempeño Regional y Macroeconómico; Economía Política y Economía Pública; Economía Internacional; Finanzas, Riesgos y Econofísica; Pobreza, Mercado Laboral y Distribución del Ingreso. E-mail: [mente\\_clem@hotmail.com](mailto:mente_clem@hotmail.com).

**Andrés Jerson Millán López**

Andrés Jerson Millán López obtuvo la maestría en Negocios y Estudios Económicos en la Universidad de Guadalajara con una beca del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Sus temas

de investigación son Desarrollo Económico. Actualmente es catedrático de la Universidad de Guadalajara y el TEC de Monterrey; así como jefe operativo de la Unidad de Servicios de Asesoría para la Investigación y Análisis de Datos de la Universidad de Guadalajara. Estudia el doctorado en Estudios Económicos de la misma universidad.

### **Patricia Murrieta Cummings**

La Dra. Murrieta Cummings es profesora investigadora del Departamento de Políticas Públicas de la Universidad de Guadalajara. Obtuvo el doctorado en Sociología por la Universidad de Texas en Austin. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (Nivel I) y miembro permanente de la Asociación de Estudios Latinoamericanos. Forma parte de la Red de Indicadores en Salud Mental, de la Red de Investigación en Políticas Públicas y Gobierno y de la Academia Nacional de Evaluadores de México. Sus temas de investigación refieren a las LGACs Economía del Crimen; Economía Internacional; Pobreza, Mercado Laboral y Distribución del Ingreso; y Evaluación de Programas Sociales. E-mail: murrisp4@cucea.udg.mx.

### **José Antonio Olivares Mendoza**

El Mtro. Olivares Mendoza es estudiante del doctorado en Estudios Económicos de la Universidad de Guadalajara. Obtuvo la maestría en Economía del Sector Público en la Universidad de Quintana Roo. Académicamente, ha sido becado para realizar actividades de investigación y hacer estudios de posgrado por la Universidad de Guadalajara y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, respectivamente. Sus temas de investigación refieren a las LGACs Desempeño Regional y Macroeconómico; Economía Política y Economía Pública; y Economía Internacional.



**Sandra Ivett Portugal Padilla**

La Mtra. Portugal Padilla estudió la maestría en Administración de Negocios en el CUCEA de la Universidad de Guadalajara. Ha sido coordinadora de la revista *EconoQuantum* desde el año 2009 y coordinadora del Diplomado de Métodos Cuantitativos para el Análisis Financiero desde 2013. Cuenta con varias certificaciones por parte de CONACYT y otras instituciones para la administración y gestión electrónica de revistas científicas. Su interés actual están el área de la ciencia de datos y finanzas. LGACS Finanzas, Riesgos y Econofísica. E-mail: sportugal\_padilla@hotmail.com

**Mauricio Ramírez Grajeda**

El Dr. Ramírez Grajeda es doctor en Desarrollo Económico por la Universidad Estatal de Ohio, maestro en Economía por el Centro de Investigación y Docencia Económicas. Es profesor investigador del Departamento de Métodos Cuantitativos de la Universidad de Guadalajara. Asimismo, es director de la revista *EconoQuantum*, perteneciente al Índice de Revistas Mexicanas de Investigación Científica y Tecnológica, y miembro de varios comités editoriales de revistas científicas de economía. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel I. Sus temas de investigación refieren a las LGACS Finanzas, Riesgos y Econofísica; Economía del Crimen; Economía Internacional; Pobreza, Mercado Laboral y Distribución del Ingreso; y Desempeño Regional y Macroeconómico. E-mail: maurmez@yahoo.com.mx.

**Baruch Ramírez Rodríguez**

El Dr. Ramírez Rodríguez es doctor en Desarrollo Internacional por la Universidad de East Anglia, maestro en Economía Regional por la Universidad Autónoma de Coahuila, y licenciado en Economía por la Universidad Autónoma Metropolitana. Es profesor investigador del Departamento de Métodos Cuantitativos. También ha sido consultor para diferentes organismos, con experiencia en

el sector público. Sus líneas de investigación refieren a las LGACs Pobreza, Mercado Laboral y Distribución del Ingreso; Desempeño Regional y Macroeconómico; Economía Política y Economía Pública; y Evaluación de Programas Sociales. E-mail: rrbaruch@cucea.udg.mx.

### **Antonio Ruiz Porras**

El Dr. Ruiz Porras es profesor investigador del Departamento de Métodos Cuantitativos y coordinador del doctorado en Estudios Económicos de la Universidad de Guadalajara. Obtuvo el doctorado en Economía en la Universidad de Nottingham. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (Nivel II) y de la Academia Mexicana de Ciencias. Sus temas de investigación refieren a las LGACs Finanzas, Riesgos y Econofísica; Economía del Crimen; Economía Internacional; Pobreza, Mercado Laboral y Distribución del Ingreso; Desempeño Regional y Macroeconómico; Economía Política y Economía Pública; Evaluación de Programas Sociales. E-mail: antoniop@cucea.udg.mx.

### **Guillermo Sierra Juárez**

El Dr. Sierra Juárez es profesor investigador y jefe del Departamento de Métodos Cuantitativos del CUCEA de la Universidad de Guadalajara. Obtuvo el doctorado en Ciencias Financieras en el Tecnológico de Monterrey. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (Nivel I). Entre sus reconocimientos se encuentra haber sido ganador del Premio Nacional de Derivados 2007. Profesionalmente se ha desempeñado en Banco Santander, BBVA, Valmer, el IMSS y CONACYT. Sus temas de investigación se refieren a las LGACs Finanzas, Riesgos y Econofísica. E-mail: gsierraj@cucea.udg.mx.

**Xochitl Valdez Castro**

La Dra. Xóchilt Valdez Castro es doctora en Desarrollo Económico por la Universidad de East Anglia, maestra en Economía Regional por la Universidad Autónoma de Coahuila, y licenciada en Economía por la Universidad Autónoma de Sinaloa. Es profesora investigadora del Departamento de Métodos Cuantativos de la Universidad de Guadalajara. Profesionalmente, ha sido consultora para el BID-INDES. Sus temas de investigación refieren a las LGACS Pobreza, Mercado Laboral y Distribución del Ingreso; y Evaluación de Programas Sociales. E-mail: xochitl.valdez@cucea.udg.mx.

**Laura Selene Vielmas García**

La Mtra. Laura Selene Vielmas García estudió la maestría en Economía con especialidad en Desarrollo Económico por la Universidad de Guadalajara, México. Profesora de Matemáticas, Macroeconomía y Microeconomía, ha colaborado en el Proyecto Cátedras de CONACYT sobre pobreza, migración e inseguridad. Entre sus principales líneas de investigación se encuentran: crecimiento económico, desarrollo regional y economía mexicana.

*Finanzas internacionales y desarrollo económico:*  
*temas contemporáneos de investigación*  
se terminó de imprimir en diciembre de 2020  
en los talleres de Ediciones de la Noche  
Madero #687, Zona Centro  
44100, Guadalajara, Jalisco, México.

[www.edicionesdelanoche.com](http://www.edicionesdelanoche.com)

Tradicionalmente, las finanzas internacionales y el desarrollo económico han sido disciplinas académicas con escasas vinculaciones entre sí. Sin embargo, tras la crisis global de 2008 y la subsecuente necesidad de que las economías vuelvan a la senda del crecimiento económico, se ha renovado el interés por estudiar ambas disciplinas y sus relaciones.

En el presente libro se compilan algunos estudios relativos al estado del arte en ambas disciplinas donde participaron académicos, estudiantes y egresados vinculados al cuerpo académico UDG-CA-826 "Temas de Economía Internacional, Finanzas y Desarrollo".

**DEEC** DOCTORADO EN  
ESTUDIOS  
ECONÓMICOS



**C.I.T.E.C**

Centro de Investigación de Teoría Económica



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas

ISBN 978-607-571-049-5



9 786075 710495