

DETERMINANTES DEL COMERCIO ENTRE LAS ENTIDADES FEDERATIVAS DE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Stéfano Manzur, Issam Mitchell y René Salinas ¹

Abstract

Using the model of gravitation of commerce, this study analyses the commercial pattern of the Mexican states with the United States of America. Estimations showed a fair level of statistical adjustment, and the signs found in the regression coefficients were the theoretically expected. We consider these results are useful in understanding and predicting external commerce at state level in Mexico.

Keywords: *Gravitational theory, volume of trade, bilateral commerce.*

Resumen

A través del modelo de gravitación del comercio, en este trabajo se analiza el patrón comercial de las entidades federativas de México con los Estados Unidos de América. Las estimaciones mostraron buen nivel de ajuste estadístico y los signos encontrados en los coeficientes de regresión fueron los teóricamente esperados. Consideramos que estos resultados son de utilidad en el entendimiento y la predicción del comercio exterior a nivel de entidad federativa en México.

Palabras Clave: *Teoría de gravitación, volumen de intercambio, comercio bilateral.*

INTRODUCCIÓN

El comercio internacional de México es fundamental para su crecimiento económico, Díaz-Bautista (2003). Estados Unidos es el país con el que más comercia México, este lazo comercial representa hoy en día para México un vínculo de dependencia que representa tanto oportunidades como amenazas.

Si bien México es un país con un nivel medio de desarrollo, regionalmente muestra un mosaico diverso, donde aún prevalecen grandes diferencias en lo económico y social entre las distintas entidades federativas que integran al país. Al estudiar los efectos del comercio exterior sobre la economía nacional, resulta importante observar el peso de cada entidad federativa en el volumen del intercambio con el exterior, ya que los cambios en el bienestar y desarrollo económico de cada estado resultantes del flujo comercial, podrían también variar entre ellos.

¹ Los puntos de vista expresados en este documento corresponden únicamente a los autores y no necesariamente reflejan las ideas del ITESM.

Siguiendo la estructura de la ecuación de gravitación, la hipótesis planteada en este trabajo es que el volumen del intercambio, medido como las exportaciones e importaciones de cada estado mexicano a EE.UU., depende de:

1. El PIB de cada entidad federativa, representando el volumen de la economía, con una relación directa.
2. El tamaño de la economía extranjera (EE.UU.), igualmente representado por su PIB, y con una relación directa.
3. La distancia entre cada estado y EE.UU., con una relación inversa.
4. Otras variables que representen la existencia de los lazos comerciales de cada estado con EE.UU., en particular si la entidad federativa tiene frontera con el país vecino, o si el estado se considera petrolero, ambas variables con relación esperada directa.

El análisis se desarrolla bajo el marco que ofrece el “Modelo de Gravitación del Intercambio”, propuesto primeramente por Walter Isard (1960). Éste propone una aplicación económica a la teoría de gravitación clásica de Newton.

Aunque el enfoque de Isard fue criticado por no tener buena justificación teórica, a partir del final de la década de los setenta el método fue sustentado por Anderson y Bergstrand (Eita, 2008).

La estimación que el presente estudio realizó se hizo empleando el método de mínimos cuadrados ordinarios, con datos tipo panel, sección cruzada y efectos fijos, incluyendo todas las entidades federativas mexicanas.

La información fue obtenida de la Secretaría de Comunicaciones y Transporte (SCT), del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), de la Secretaría de Economía (SE), del Banco de México (Banxico) y del Bureau of Economic Analysis (BEA) de los EE.UU.

De la estimación econométrica del modelo de gravitación del comercio para datos del periodo 1995-2004 entre México y su principal socio comercial (EE.UU.), se encontró que existe una relación positiva entre el producto interno bruto mexicano y el volumen de comercio, a diferencia del PIB estadounidense que mostró una relación negativa y al igual que los costos de transportación que como era de esperarse mostraron que al aumentar éstos, el flujo comercial tiende a disminuir.

Este trabajo consta de otras cinco secciones; el marco teórico, donde se establecen los antecedentes del modelo de gravitación y su aplicación al entendimiento de los flujos comerciales. La revisión de literatura, que observará cómo diferentes autores han aplicado esta idea para diferentes escenarios, especialmente los más parecidos al caso de estudio. La metodología, donde se ofrece una explicación del procedimiento y de la construcción de las variables empleadas en la estimación del modelo. Las últimas dos secciones presentan los resultados y conclusiones de esta investigación.

MARCO TEÓRICO

La teoría de la ventaja absoluta en el comercio internacional, propuesta por Adam Smith [1958, (1776)] y posteriormente revisada por David Ricardo (1817) a través del principio de ventaja comparativa, propone que pueden existir ganancias globales derivadas del intercambio comercial y la especialización en bienes que un país produce más eficientemente que otros. El país con menor costo de oportunidad para producir un bien obtendrá ganancias del comercio con otros países, ya sea con el resto del mundo, como afirmó Smith, o bien con otro país en desventaja relativa, como propuso Ricardo (1817).

Posteriormente, Heckscher-Ohlin (H-O) afirmaron en su "Modelo 2 x 2 x 2" (1933) que un país debe exportar aquellos bienes que utilizan intensivamente sus factores relativamente más abundantes e importar aquellos que utilizan intensivamente en su producción los relativamente más escasos.

La representación matemática ha sido abordada y extendida por autores como Samuelson y Rybczynski, Bergstrand (1990). De igual forma, importantes teoremas de la teoría del comercio internacional han sido ramificaciones de los hallazgos de Heckscher y Ohlin, Bergstrand (1990). No obstante, una de las críticas más persistentes a esta tradición, es su poca capacidad predictiva. Moroney y Walker (1966) resaltan más su innovación teórica y su simplicidad que sus resultados en aplicaciones empíricas Bergstrand (1990).

En los años posteriores a la teoría de H-O, se presentaron nuevos modelos que intentaban combinar una buena justificación y capacidad teórica, simplicidad y viabilidad para aplicaciones empíricas. Uno de estos modelos fue el de gravitación del intercambio, que nació a través de las propuestas de Isard (1960), autor que estudió ampliamente el desarrollo económico regional. El autor proponía que el intercambio entre economías podía explicarse por la similitud en el tamaño y la distancia entre éstas. Posteriormente, Krugman y Helpman afirmarían lo mismo, restándole brillo a las teorías clásicas, como la de Ricardo (Deardoff, 1998).

El modelo tomó su forma general después de Isard, a través de Tinbergen (1962). La representación matemática, concebía al volumen del intercambio, medido como las exportaciones de un país a otro, como una función del tamaño de las economías en cuestión y la cercanía geográfica entre ambas. El modelo es muy representativo de la ecuación clásica de Newton, en donde dos masas sobre la distancia entre ellas al cuadrado explicaban la fuerza de atracción, o gravedad. Así surge el nombre del modelo que se utilizará en este trabajo.

Dada su simplicidad matemática, se le añadieron elementos que intentaban probar lo propuesto en otras teorías, tales como los factores de Heckscher-Ohlin (1933) en trabajos del mismo Tinbergen (1962), Poyhonen (1963) y Linnemann (1966), que dieron forma a la especificación moderna del método estudiado en esta investigación, que propone como explicación al flujo de comercio del país A al B como una función del producto interno bruto de cada uno, la distancia o costo por kilómetro entre cada país, y cualquier otro factor determinante en el intercambio (Bergstrand 1985).

La idea ha sido objeto de diversas críticas, siendo la más importante la supuesta falta de justificación teórica, algo ya refutado por Linnemann (Bergstrand 1985), quien demostró que el modelo es una forma reducida de uno de equilibrio parcial de oferta de exportaciones y demanda de importaciones.

Bergstrand (1985) demostró la buena justificación teórica del modelo, que deriva de la noción de equilibrio general bajo ciertos supuestos, tales como perfecta sustitución de bienes internacionales en consumo y producción. Sin embargo, encuentra que los precios y el tipo de cambio también influyen en el flujo de intercambio, pero pueden ser implícitos y manejados como variables de comportamiento.

Entre las aplicaciones de la idea de gravitación al estudio del desarrollo económico regional resalta el trabajo de Carrere (2002), que revisó los efectos de tratados comerciales regionales, dando énfasis a la correcta especificación del modelo para este análisis concreto y utilizando variables dicotómicas para categorizar los aspectos individuales de los países en una sola región.

McCallum (1995) usó el enfoque de gravitación para estudiar los patrones comerciales entre las provincias canadienses y los estados de EE.UU. que tenían frontera directa, empleando la especificación previa de Tinbergen (1962) y utilizando los productos internos brutos de las provincias y estados para denotar las masas productivas de las economías.

El modelo que se empleará en este trabajo intenta estudiar los patrones comerciales de los estados de México con Estados Unidos y sus determinantes. El volumen del flujo comercial es medido como la suma de exportaciones e importaciones de cada estado mexicano a Estados Unidos, algo ya propuesto por McCallum (1995) quien emplea los datos de las exportaciones e importaciones de algunos estados de EE.UU. a las provincias fronterizas de Canadá. Debido a que en este trabajo se estudiará a todos los estados mexicanos y no sólo a los fronterizos, no se utilizarán los estados americanos como la otra variable de masa económica, sino el PIB total de Estados Unidos.

En el modelo de gravitación de Isard (1960) la representación matemática muestra un paralelismo importante con los hallazgos de Isaac Newton (1687) quien desarrolló la teoría de la fuerza gravitatoria entre la Luna y la Tierra demostrando que la fuerza gravitacional es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia y directamente proporcional al producto de las masas. Este cociente lo multiplicó por la constante de gravitación y generalizándola para todos los cuerpos, obtuvo la ley de gravitación universal.

El modelo de gravitación del intercambio tiene la misma estructura que la ecuación de fuerza de atracción de Newton, ambas representaciones coinciden en un flujo el cual tiene relación directa con las masas y en relación inversa con la distancia, de ahí la validez del paralelismo. Con fines de ilustración, se muestra la forma general de la ecuación de Newton:

$$F_{ij} = G M_i M_j / (D_{ij})^2 \quad (1)$$

Donde:

F_{ij} = fuerza de atracción de un cuerpo a otro;

G = la constante de gravitación;

M_i, M_j = la masa de cada cuerpo;

D_{ij} = la distancia entre dos cuerpos; y

i, j = refieren a los cuerpos.

Tinbergen (1962), con base a las propuestas de Isard (1960), adaptó la teoría de gravitación a un contexto económico, la ecuación (1) resultante aparece a continuación:

$$X_{ij} = A Y_i Y_j / (T_{ij})^2 \quad (2)$$

Donde:

X_{ij} = volumen del intercambio entre dos países;

A = la constante de la ecuación;

Y_i, Y_j = las masas de cada economía;

T_{ij} = los costos del intercambio de un país a otro; y

i, j = refieren a los países.

REVISIÓN DE LITERATURA

La idea de Isard (1960) ya se ha utilizado para probar la efectividad de tratados y funcionamiento de organizaciones como el TLCAN y la OMC, Martínez-Zarzoso (2003). Además, ha tenido la aceptación de autores como Krugman (1979), quien obtuvo resultados empíricos consistentes con la teoría.

Jan Tinbergen en 1962 (Liu, 2008) utilizó el modelo gravitacional para determinar los flujos comerciales en el campo de la economía internacional. Específicamente para el caso de los tratados regionales en la Inversión Extranjera Directa (IED) en China, demostrando la relevancia del modelo y la robustez de sus resultados.

Nankani (1979), tomando en cuenta la explotación minera en Sudáfrica y otros países de África realizó modificaciones al modelo de gravitación para explicar los efectos contradictorios de la presencia de un sector minero dominante de un país desarrollado contra los países mineros no desarrollados. El autor realiza un ejercicio empírico sobre los factores que determinan los flujos de IED entre países desarrollados y los que están en vías de desarrollo para el sector minero. En su trabajo afirma que el modelo es apropiado por su capacidad de análisis bilateral.

De igual manera Brainard (1997), en su ejercicio empírico, explica cómo las decisiones en la localización geográfica de las empresas multinacionales reflejan una bifurcación entre cumplir las reducciones de distancia con sus clientes y en la especialización en la producción para lograr economías de escala. Por otro lado, identifica que la IED está

inversamente relacionada con la distancia que hay entre los países y una relación positiva con el Producto Interno Bruto de las economías.

Aunque los trabajos de Nankani (1979) y Brainard (1997) presentan similitudes entre las variables que explican el flujo comercial y la IED, el trabajo abordado por Soloaga y Winters (2001) aseveran que no es posible relacionar claramente la IED con el comercio. Los autores modifican el modelo de gravitación adaptándolo para cuantificar cuáles son los efectos de los diversos tratados comerciales con el flujo comercial de los países.

En el caso de México, la aplicación del modelo realizada por Martínez-Zarzozo (2003) resulta original e interesante, ya que encuentra una alta relación estadística entre el flujo de exportaciones de México dentro del TLCAN y las variables generales del modelo, con una variable binaria determinada por el lenguaje;

Los resultados de las regresiones para las exportaciones de México demuestran que los ingresos de los países importadores y las dummies del TLCAN tienen coeficientes estimados significativos en un nivel convencional. El tratado de México con los países del TLCAN es 161 puntos porcentuales mayor que lo esperado de los resultados de la ecuación de gravitación en el periodo analizado. (Martínez-Zarzozo, 2003, 12).

Martínez-Zarzozo también muestra la capacidad del modelo para predecir el flujo comercial bilateral, utilizando como economías a México y Estados Unidos y entre sus aplicaciones, el flujo de exportaciones de nuestro país a EE.UU.

El enfoque de gravitación ha sido aplicado también al estudio de otras vertientes del fenómeno comercial, Forbes y Fowler (2001), trataron de explicar la relación entre las ventas de los supermercados con la densidad poblacional y el ingreso de las personas. Los resultados obtenidos muestran que la distancia de los supermercados con discriminación de precios está asociada positivamente con el ingreso per cápita de la sociedad en las que se encuentran.

La justificación teórica del modelo se ha ido consolidando en los últimos años:

El apoyo teórico de las investigaciones en este campo de estudio era originalmente muy pobre, pero desde la segunda mitad de la década de los setenta varios desarrollos teóricos han salido a relucir para apoyar el modelo de gravitación de comercio. (Martínez-Zarzozo, 2003, 3).

En el recuento de la literatura sobre este campo de estudio, no se encontraron evidencias de estudios empíricos recientes basados en datos por entidad federativa de México, donde se probara la capacidad explicativa del modelo de gravitación. Resulta viable su aplicación para estudiar el intercambio de cada entidad federativa mexicana con los Estados Unidos, empleando un modelo ad hoc, que contempla las mismas variables generales, originalmente planteadas por Isard y algunas otras variables complementarias que caractericen la situación específica de algunos estados.

DATOS

Se obtuvieron datos anuales para el periodo 1995 al 2004. Este periodo fue tomado por la disponibilidad de la información necesaria para fines de este estudio y capturados de las bases de datos abiertas al público, tales como: Banco de México, INEGI, Secretaria de Economía y Bureau of Economic Analysis.

Las datos para la variable X_{ij} denotan el volumen de comercio, el cual es la suma de las importaciones y exportaciones entre cada uno de los 31 estados y el Distrito federal con los Estados Unidos y se encuentran en miles de millones de dólares americanos con base 2003.

Los datos para la variable Y_i denotan el Producto Interno Bruto de la República Mexicana en mmd con base 2003 y del mismo modo en Y_j se refieren al PIB de EE.UU. en mmd con base 2003.

La información para la variable T_{ij} fue obtenida de la base de datos de la Secretaria de Comunicaciones y Transportes y se refieren a los costos de transportación desde la capital de cada estado al puente fronterizo más cercano. Al igual que en trabajos de autores como Cárdenas y García (2004), se remplazan las distancias entre estados y la frontera con los costos de transporte entre ellos, dado el supuesto, *ceteris paribus*, se muestra una relación positiva. El incorporar los costos de transporte da de paso una mayor posibilidad de análisis económico.

Se toma como supuesto adicional, para facilitar la obtención de datos que el transporte de la mercancía se realiza en camiones de 9 ejes; que son los más comúnmente empleados.

METODOLOGÍA

A partir de la ecuación (1) y utilizando logaritmos para facilitar la estimación de la ecuación (2) se tiene:

$$\ln X_{ij} = \ln A + \alpha \ln Y_i + \beta \ln Y_j - \theta \ln T_{ij} \quad (3)$$

La ecuación a estimar económicamente queda entonces como:

$$\ln X_{ij} = \beta_0 + \beta_1 \ln Y_i + \beta_2 \ln Y_j - \beta_3 \ln T_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad (4)$$

Donde:

$$\beta_0 = \ln A ;$$

$$\beta_1 \ln Y_i = \alpha \ln Y_i ;$$

$$\beta_2 \ln Y_j = \beta \ln Y_j ;$$

$$\beta_3 \ln T_{ij} = \theta \ln T_{ij}; \text{ y}$$

ε_{ij} , es el término de error del modelo.

En el caso del presente estudio, se utilizó el PIB para denotar Y_i, Y_j . La $X_{MEX,EU}$ refiere el flujo comercial realizado entre cada entidad federativa mexicana y Estados Unidos medida como la suma de las exportaciones e importaciones de i & j . $T_{MEX,EU}$ mide la distancia de la capital de cada entidad federativa al punto fronterizo más cercano hacia Estados Unidos en términos de costos de transporte.

Dada la relevancia que tienen los estados fronterizos en el comercio bilateral, tal como supuso McCallum (1995), se introdujo una variable dicotómica que permitió diferencias entre estados fronterizos y los que no los son, para observar la significancia de tener frontera en el volumen del intercambio. Asimismo, se empleó otra variable binaria para especificar si el estado mexicano es petrolero o no, dado que parte importante de exportaciones mexicanas a EE.UU son relacionadas con la industria del crudo.

Cabe recalcar que otros autores, entre ellos Carrere (2002), han utilizado variables dicotómicas para englobar y categorizar algunos aspectos individuales de cada economía y estudiarlos como región. Esto es adecuado para innovar en el modelo y estudiar aspectos específicos del país o región bajo análisis, es por ello que se introdujeron dos variables binarias denotadas por "PET", que muestra si el estado en cuestión es o no petrolero, y "FRONT", que muestra si el estado es o no fronterizo.

Por lo tanto, el modelo toma la siguiente forma:

$$\ln X_{MEX,EU} = \beta_0 + \beta_1 \ln[PIB_{MEX}] + \beta_2 \ln[PIB_{EU}] - \beta_3 \ln[T_{MEX,EU}] + \delta_1 PET + \delta_2 FRONT + \varepsilon_{ij} \quad (5)$$

Para la estimación del modelo utilizaremos el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), del cual se han demostrado las mejores propiedades de estimación estadística, según Westin (1998). Conviene señalar que de acuerdo a Silva y Tenreyro (2006), la ecuación (5) no se puede estimar cuando en un supuesto estado autárquico, los volúmenes de comercio son cero, evento no presentado en nuestro caso. Los mismos autores advierten que el empleo del método MCO en la estimación logarítmica conlleva a estimadores sesgados en la estimación de este tipo de modelos. Por lo tanto una simple alternativa que los autores proponen es determinar el modelo como una forma exponencial multiplicativa, i.e;

$$F_{ij} = \exp[\beta_0 + \beta_1 \ln[PIB_{MEX}] + \beta_2 \ln[PIB_{EU}] - \beta_3 \ln[T_{MEX,EU}] + \delta_1 PET + \delta_2 FRONT] \varepsilon_{ij} \quad (6)$$

A continuación se reportan y discuten los resultados de las estimaciones.

RESULTADOS

En el primer intento de regresión se utilizó la especificación planteada en la ecuación (4) estimada por MCO con datos tipo panel, sección cruzada y con efectos aleatorios, dado que la estimación por efectos fijos no procedió, esto explicado por el número limitado de observaciones para los 31 Estados y el Distrito Federal.

La estimación indica que el coeficiente de determinación (R^2) es de 0.12. Además, no resultaron estadísticamente significativos los coeficientes tanto del Ln del PIB de México como del Ln del costo de transportación.

Posteriormente se estimó el mismo modelo sin las variables dicotómicas por el mismo método con una R^2 de 0.10, nuevamente los coeficientes del Ln del PIB de México y del Ln del costo de transporte resultaron estadísticamente no significativos.

Se procedió a usar el modelo alternativo especificado en la ecuación (5) con el mismo método de mínimos cuadrados ordinarios con datos tipo panel, sección cruzada y con efectos aleatorios, estimando en primer instancia el modelo con la ausencia de las variables dicotómicas PET y FRONT, los resultados fueron: una R^2 de 0.12 y todos los coeficientes estadísticamente significativos.

Para finalizar se volvió a estimar el modelo incorporando las variables dicotómicas y los resultados fueron los esperados: todas las variables en este caso fueron estadísticamente significativas y se alcanzó una mayor especificación que en las estimaciones anteriores con R^2 de 0.23. Aunque se sospecha un problema de autocorrelación dado que el estadístico *Durbin- Watson* fue de 0.3.

La estimación de la ecuación (6) por MCO, datos tipo panel, sección cruzada y efectos fijos e implementando las dos variables dicotómicas, es la siguiente:

Resultados Econométricos. Cuadro 1				
Variable	Coefficiente	Error Estándar	Estadístico t	Probabilidad
Constante	-62.69889	10.93923	-5.731565	0.0000
Log (PIB MEX)	8.558119	0.794508	10.77160	0.0000
Log (PIB_EUA)	-2.216971	0.196097	-11.30546	0.0000
Log (Costo)	-0.296840	0.024209	-12.26157	0.0000
Fronterizo	6.14E+09	1.10E+09	5.587037	0.0000
Petrolero	4.00E+09	8.98E+08	4.454631	0.0000
R^2 ajustada = 0.235596			Durbin-Watson = 0.309285	
Fuente: Elaboración propia con resultados de EViews de la regresión de la ecuación (6).				

Como ya se mencionó, los signos esperados para los coeficientes de las variables eran los siguientes: Para el PIB de cada estado mexicano y el PIB de EE.UU. se esperaba una relación positiva, ya que de acuerdo a la justificación del modelo (Tinbergen, 1962), la relación entre el flujo comercial entre dos economías tiene relación directa con la masa de las economías en cuestión. Los resultados para el PIB de cada estado mexicano son consistentes con la teoría, pues el coeficiente (8.55) muestra un signo positivo y además se mostró estadísticamente significativo. Para el PIB estadounidense, el coeficiente se mostró significativo con un signo negativo, lo cual es contrario a lo esperado. Sin embargo, si se vuelve a plantear el modelo original utilizando un cociente que represente el PIB de cada estado mexicano entre el estadounidense, similar al estadístico que propone la ley de Engel, entonces se esperaría que los aumentos en el PIB estadounidense

tendrían un efecto inverso en el intercambio con cada estado mexicano Reinert, Holst y Shiells (1994).

El modelo en cocientes queda de la siguiente forma:

$$F_{ij} = \exp[\beta_0 + \beta_1 \ln[\text{PIB}_{\text{MEX}}] - \beta_2 \ln[\text{PIB}_{\text{EU}}] - \beta_3 \ln[\text{T}_{\text{MEX,EU}}] + \delta_1 \text{PET} + \delta_2 \text{FRONT}] \varepsilon_{ij} \quad (7)$$

Utilizando logaritmos, se puede observar que el modelo estadístico resulta igual al utilizado en la regresión principal, sólo que ahora se espera que el logaritmo natural de la variable PIB_{EU} tenga una relación negativa con la variable dependiente. El cociente que representa los tamaños de las economías ya se ha utilizado en el modelo de gravitación del comercio como variante a la ecuación original Reinert, Holst y Shiells (1994).

Para los costos de transporte de cada estado mexicano al punto fronterizo más cercano se esperaba una relación inversa, de acuerdo a la teoría detrás del modelo (Tinbergen, 1962), pues entre más distantes sean las economías en cuestión, se espera que el volumen comercial entre ambas sea menor. Los resultados para el costo de transporte, que toman el papel de la distancia, Cárdenas y García (2004), fueron los esperados y estadísticamente significativos, pues el coeficiente mostró signo negativo.

Para las variables binarias se esperaba una relación directa, si el estado era fronterizo, se esperaba que comercie más con el país vecino de acuerdo a los hallazgos de McCallum (1995), además para el caso mexicano, se esperaba que los estados petroleros comercien más con EE.UU. Los resultados observados fueron los esperados y además se mostraron significativos, los coeficientes de las variables dicotómicas mostraron signos positivos para los estados petroleros y para los estados fronterizos.

Cabe recalcar que los hallazgos mostrados por la regresión econométrica exhibieron los resultados esperados para todas las variables, excepto el PIB estadounidense. Creemos que existe una relación indirecta con los cambios en los precios y el tipo de cambio que no se mostró implícitamente en el modelo, tal como afirma Bergstrand (1985). No obstante, utilizando el cociente del PIB de cada estado mexicano entre el estadounidense, todas las variables resultan significativas y con el signo esperado.

Los resultados para los estados fronterizos, comparados con el trabajo de McCallum (1995), fueron consistentes. Una posible implicación de esto es que un estudio con el modelo de gravitación sólo para los estados fronterizos mexicanos y los estados de la unión americana es viable y deseable.

Como ya se ha explicado, las regresiones presentan un problema de autocorrelación dado que el estadístico *Durbin-Watson* es de 0.3, por su parte, se tomó la decisión de dejarlo de esta forma, considerando que puede ser una característica del caso de estudio, ello en virtud de que otros estudios no lo han reportado. Así, valdría la pena en trabajos posteriores, de continuidad con el presente analizar a fondo este problema y ver alguna posible solución, la inclusión de alguna variable explicativa importante, no visualizada en el presente trabajo, podría ser la explicación de este evento. Se hizo también una prueba

White para detectar heteroscedasticidad la cual fue 0.01 por lo que concluimos que con un alfa de 1% no hay problema del mismo. De igual manera, no se sospecha un problema de multicolinealidad ya que en las regresiones auxiliares la R^2 se muestra baja para todas las variables.

CONCLUSIONES

En este trabajo se mostró que el modelo de gravitación del intercambio es útil para estudiar el flujo comercial a nivel de entidad federativa mexicana con Estados Unidos, para el período post TLCAN 1995-2007.

Se utilizó el modelo en su forma general con dos variables dicotómicas que determinaban si el estado en cuestión era colindante con el país vecino y si era petrolero. Cabe señalar de acuerdo a los resultados, los estados fronterizos y los estados petroleros fueron los que más comerciaron con EE.UU en el período estudiado. Ello de paso es congruente con el teorema de H-O, en ambos casos la disponibilidad de recursos relativamente abundantes es clave, en unos el petróleo y en otros la cercanía.

Los coeficientes de todas las variables explicativas se mostraron estadísticamente significativas y congruentes con el marco teórico. Este trabajo se podría extender con un análisis de algunas entidades federativas y su flujo comercial con ciertos estados de la unión americana.

Una implicación importante de política comercial indicaría que bajo este enfoque, las entidades con menor actividad económica y más distantes de los principales centros económicos estadounidenses tendrán una menor probabilidad natural de comerciar con aquel país y por ende de beneficiarse de esta importante fuente de crecimiento económico, así el esfuerzo de promoción exterior de los mismos se vuelve prioritario sobre otros cuya naturaleza les llevará de manera más directa a gozar de sus recursos, actividad y localización.

REFERENCIAS

- Bergstrand, Jeffrey H. (1985). The Gravity Equation in International Trade: Some Microeconomic Foundations and Empirical Evidence. *The Review of Economics and Statistics*. 67 (3), 474-481. Recuperado el 4 Febrero de 2010, de la base de datos JSTOR.
- Bergstrand, Jeffrey H. (1990) The Heckscher-Ohlin-Samuelson Model, The Linder Hypothesis and the Determinants of Bilateral Intra-Industry Trade. *The Economic Journal*. 100 (403), 1216-1229. Recuperado el 23 de abril de 2010, de la base de datos de JSTOR.

- Brainard, S Lael (1997). An Empirical Assessment of the Proximity-Concentration Trade-off between Multinational Sales and Trade. *American Economic Review*, , 87 (4), 520-44, Recuperado el 12 de marzo 2010, de la base de datos American Economic Association.
- Boyce, David. (2004) A short history of the field of regional science. *Papers in Regional Science*. 83(1), 31-57. Recuperado el 15 de enero de 2010, de la base de datos de American Economic Association.
- Bureau of Economic Analysis. National Economic Accounts. (2010). National Income and Product Accounts Table. Gross Domestic Product (2007). [Archivo de datos]. Disponible en <http://www.bea.gov/national/nipaweb/TableView.asp?SelectedTable=5&FirstYear=2008&LastYear=2009&Freq=Qtr>
- Cárdenas, García. (2004). El modelo gravitacional del comercio y el TLC entre Colombia y Estados Unidos. *Fedesarrollo*. 4 (1). Recuperado el 23 de abril de 2010, de la base de datos de REPEC.
- Carrere, Céline (2002). Revisiting Regional Trading Agreements with Proper Specification of the Gravity Model. *International Trade Journal*. 12 (3), 223-247 Recuperado el 23 de abril de 2010, de la base de datos de REPEC.
- Caruso, R. (2003) The impact of International Economic Sanctions on Trade. An Empirical Analysis. , *Peace Economics, Peace Science and Public Policy*, 9 (2). Recuperado el 5 Enero de 2010, de la base de datos The Berkeley Electronic Press
- Central Intelligence Agency. (2010). The World Factbook. Statistical Data, Gross Domestic Product. (2007) [Archivo de datos]. Disponible en <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/>
- Díaz-Bautista, Alejandro (2003). Las determinantes del crecimiento económico. Comercio internacional, convergencia y las instituciones. *EconWPA* 21 (2). Recuperado el 12 de abril, de la base de datos de REPEC.
- Duchin, Stromman. (2007). A World Trade Model with Bilateral Trade Based on Comparative Advantage. *Working papers in Economics*. 18 (3), 281-297. Recuperado el 7 de febrero 2010, de la base de datos REPEC.
- Eita, J. 2008. Determinants of Namibian Exports: A Gravity Model Approach. *13th African Econometric Conference*, University of Pretoria, Pretoria, South Africa.
- Forbes, J.D. & Fowler, A.G. (2001). Simulation of gravity model. *Journal of Regional Science*. 3 (1), 86-95. Recuperado el 14 de abril de 2010, de la base de datos de SPRINGERLINK.

- Gao, Shen (2009). The Predictive Capacity of the Gravity Model of Trade on Foreign Direct Investment. *Disciplinary Domain of Humanities and Social Sciences. Department of Economics*. Recuperado el 23 de febrero del 2010, de la base de datos de REPEC
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía e Informática. (2010). Sistema de Cuentas Nacionales de México. Producto Interno Bruto por ente federativa 2007 [Archivo de datos]. Disponible en <http://inegi.org.mx>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía e Informática. Sistema de Cuentas Nacionales de México. Producto Interno Bruto, Series Históricas 2007 [Archivo de datos]. Disponible en <http://inegi.org.mx>
- Isard, Walter. (1960). *Methods of Regional Analysis; an Introduction to Regional Science*. Cambridge, Massachussets. EE.UU.: Technology Press of the Massachusetts Institute of Technology.
- Krugman, Paul (1979). A Model of Innovation, Technology Transfer, and the World Distribution of Income. *Journal of Political Economy*. 87 (2), 253-270. Recuperado el 11 de febrero 2010, de la base de datos de JSTOR.
- Liu, Tianshu (2008). Impact of Regional Trade Agreements on Chinese Foreign Direct Investment. *The Chinese Economy*, 41 (5), 68–102. Recuperado el 22 de marzo de 2010, de la base de datos de REPEC.
- Linnemann, H. (1966). An Econometric Study of International Trade Flows. *The American Economic Review* 57 (1), 283-285. Recuperado el 12 de abril de 2010, de la base de datos JSTOR.
- McCallum, John (1995). National Borders Matter: Canada-U.S. Regional Trade Patterns. *The American Economic Review*. 85 (3), 615-623. Recuperado el 23 de abril de 2010, de la base de datos de JSTOR.
- Moroney, Walker J.(1966) A regional test of Heckscher-Ohlin hypothesis. *Journal of Political Economy*, 74 (1) 573-592. Recuperado el 23 de abril de 2010, de la base de datos de JSTOR.
- Nankani, G. (1979). Development Problems of Mineral-Exporting Countries, World Bank Staff Working Paper. 23 (4), 191-199 Recuperado el 23 de enero de 2010, de la base de datos de SCIENCEDIRECT.
- Newton, Issac. 1687. *Mathematical Principles of Natural Philosophy*. London, United Kingdom.: Knight & Compton, Middle Street, Cloth Fair.