

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUÁREZ

ISSN 0188-9834

# nóesis

REVISTA DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES

MICHAEL ROJAS ROMERO  
BENJAMÍN CARRERA CHÁVEZ  
(COORDINADORES)

VOL. 24  
NÚMERO

47

NUEVA ÉPOCA

ENERO · JUNIO  
2015



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUÁREZ

Nóesis. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades  
del Instituto de Ciencias Sociales y Administración

Ricardo Duarte Jáquez  
Rector

David Ramírez Perea  
Secretario General

Juan Ignacio Camargo Nassar  
Director del Instituto de Ciencias  
Sociales y Administración

Manuel Loera de la Rosa  
Secretario Académico

Ramón Chavira Chavira  
Director General de Difusión Cultural  
y Divulgación Científica

Isaac Leobardo Sánchez Juárez  
Director General

Mayola Renova González  
Subdirectora de Publicaciones

Mayela Rodríguez Ríos  
Asistente Editorial

Jesús Gerardo García Arballo  
Diseño de portada

Comité Editorial:

Dr. Isaac Leobardo Sánchez Juárez  
Dra. Myrna Limas Hernández  
Dr. Héctor Padilla Delgado  
Dr. Luis Gutiérrez Casas

Consejo Editorial:

Dra. Sofía Boza Martínez  
Universidad de Chile (Chile)  
Dr. Miguel Mujica Areurma  
Universidad de Carabobo (Venezuela)  
Dr. Adrián Rodríguez Miranda  
Universidad de la República (Uruguay)  
Dr. Pablo Galaso Reca  
Universidad Autónoma de Madrid (España)  
Dr. Édgard Moncayo Jiménez  
Universidad Central (Colombia)  
Dra. Araceli Almaraz  
El Colegio de la Frontera Norte (México)  
Dr. Cuauhtémoc Calderón  
El Colegio de la Frontera Norte (México)  
Dr. Rafael Perez-Taylor  
Universidad Nacional Autónoma de México (México)  
Dr. Franco Savarino Roggero  
Escuela Nacional de Antropología e Historia (México)  
Dr. Gerardo Esquivel  
El Colegio de México (México)

APOYADO CON RECURSOS PIFI

Nóesis

Volumen 24, número 47, enero-junio 2015, es una publicación semestral editada por la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, a través del Instituto de Ciencias Sociales y Administración de la UACJ. Redacción: Avenida Universidad y H. Colegio Militar (zona Chamizal) s/n. C.P. 32300 Ciudad Juárez, Chihuahua. Para correspondencia referente a la revista, comunicarse al teléfono: (656) 688-38-00 ext. 3759; o bien escribir a los siguientes correos electrónicos: noesis@uacj.mx y/o mayrodrri@uacj.mx.

Editor responsable: Isaac Leobardo Sánchez Juárez. ISSN: 0188-9834. Impresa por Imprenta Universitaria, ubicada en edificio R, campus ICB, en Av. Hermanos Escobar y Av. Plutarco Elías Calles, zona Pronaf, C.P. 32310, Ciudad Juárez, Chihuahua, México. Distribuidor: Subdirección de Gestión de Proyectos y Marketing Editorial. Avenida Plutarco Elías Calles #1210, Fovissste Chamizal, C.P. 32310. Ciudad Juárez, Chihuahua. Este número se terminó de imprimir en agosto de 2014 con un tiraje de 500 ejemplares.

Hecho en México / Printed in Mexico

© UACJ

Permisos para otros usos: el propietario de los derechos no permite utilizar copias para distribución en general, promociones, la creación de nuevos trabajos o reventa. Para estos propósitos, dirigirse a *Nóesis*.

*Nóesis*: Revista de Ciencias Sociales y Humanidades/Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Instituto de Ciencias Sociales y Administración, núm. 1, vol. 1 (noviembre, 1988). Ciudad Juárez, Chih.: UACJ, 1988.

Semestral

Descripción basada en: núm. 19, vol. 9 (julio/diciembre, 1997)  
Publicada anteriormente como: Revista de la Dirección General de Investigación y Posgrado.

ISSN: 0188—9834

- 1. Ciencias Sociales-Publicaciones periódicas
- 2. Ciencias Sociales-México-Publicaciones periódicas
- 3. Humanidades-Publicaciones periódicas
- 4. Humanidades-México-Publicaciones periódicas

H8.S6. N64 1997  
300.05. N64 1997

Los manuscritos propuestos para publicación en esta revista deberán ser inéditos y no haber sido sometidos a consideración a otras revistas simultáneamente. Al enviar los manuscritos y ser aceptados para su publicación, los autores aceptan que todos los derechos se transfieren a *Nóesis*, quien se reserva los de reproducción y distribución, ya sean fotográficos, en micropelícula, electrónicos o cualquier otro medio, y no podrán ser utilizados sin permiso por escrito de *Nóesis*. Véase además normas para autores.

Revista indexada en LATINDEX, CLASE, BIBLAT, REDALYC, LATAM-STUDIES, RESEARCHBIB, E-REVISTAS, EBSCO, DOAJ, EZ3 ELECTRONIC JOURNALS LIBRARY, ULRICHSWEB, CITEFACTOR, SCHOLAR GOOGLE

# EL SIGNIFICADO DE NÓESIS

NÓESIS. Este término es griego y se vincula con otro muy empleado en la filosofía clásica: *nous* (razón, intelecto). La elección de este título se deriva de algunas consideraciones acerca de la teoría del conocimiento que se desprenden del conocido símil de la caverna (*República*, VII).

El hombre, que ha podido contemplar el mundo de los arquetipos, esto es, que ha logrado penetrar las esencias, no puede ya contentarse con la proyección deformada del conocimiento sensible. La luz que lo iluminó es la filosofía, que Platón conceptualiza todavía en el sentido pitagórico de ancla de salvación espiritual. Al ser iluminado por ésta, el hombre siente la necesidad de comunicar a ex compañeros de esclavitud la verdad que ha encontrado, aun cuando estos últimos puedan mofarse de él, como lo había hecho la mujer tracia con Tales. La misma alegoría recuerda los descensos al Hades del orfismo y del pensamiento religioso pitagórico.

En el conocimiento, así caracterizado, Platón encuentra diversos grados. El primero es dado por la experiencia, que es de suyo irracional, porque se fundamenta en una repetición mecánica de actos.

Ésta se racionaliza en el arte (*techne*), es decir, en la habilidad adquirida, en las reglas metodológicas, puesto que en dicha actividad se investigan los datos de la experiencia. Entre las distintas artes sobresale la filosofía, porque no examina los fenómenos aisladamente, sino que los ve en su conjunto. Platón llama a esta visión totalizadora “dialéctica”, y dice que ella se alcanza a través del ejercicio de la razón (nóesis).

Por medio de este ejercicio alcanzaremos pues el conocimiento que, para ser válido, debe ser verdadero y tan real como su objeto. Estas consideraciones sintetizan el propósito y el objetivo de esta revista: presentar trabajos que reflejen, manifiesten, denuncien, los diferentes aspectos de nuestra realidad y hacerlo a través del “ejercicio de la razón”, es decir, de la NÓESIS.

*Dr. Federico Ferro Gay (†)*

N.dE. Se respeta la ortografía original de este texto, escrito antes de las modificaciones a la gramática y ortografía dispuestas por la Real Academia Española, como señal de respeto al trabajo invaluable del Dr. Federico Ferro Gay.



## Contenido

7 *Abstracts*

13 *Presentación (director de Nóesis)*

15 *Presentación (coordinadores)*

*La migración y las remesas en México: 1980-2010*

ESTHER FIGUEROA HERNÁNDEZ

FRANCISCO PÉREZ SOTO

21 LUCILA GODÍNEZ MONTOYA

*Discriminación salarial por género en la industria manufacturera de la frontera norte de México, en el periodo 2005-2011*

DAVID CASTRO LUGO

LUIS HUESCA REYNOSO

51 NATHALIA ZAMARRÓN OTZUCA

*Evaluación de políticas y programas sociales mediante lógica difusa*

LUCIO FLORES PAYÁN

83 J. REFUGIO VALLEJO

*Análisis de recursividad estructural con trabajo especializado en la teoría de la inexistencia del mercado de trabajo*

115 JUAN ROBERTO VARGAS SÁNCHEZ

*Determinantes del ingreso en los hogares de zonas rurales de Chiapas*

LUCILA GODÍNEZ MONTOYA

ESTHER FIGUEROA HERNÁNDEZ

137 FRANCISCO PÉREZ SOTO

*Gestión integral del agua desde un enfoque social hacia una economía ecológica*

MARÍA DE LOS ÁNGELES GIL ANTONIO

159 HUMBERTO REYES HERNÁNDEZ

- Una aproximación experimental a los sistemas dinámicos discretos con Mathematica*  
**177** MICHAEL ROJAS ROMERO
- Precio y manejo del agua urbana en México*  
**223** GREGORIO CASTRO ROSALES  
NICHOLAS P. SISTO
- Competitividad de las exportaciones de Chile seco mexicano*  
**245** CARLOS ALBERTO FLORES SÁNCHEZ  
ALEJANDRO MUNGARAY LAGARDA
- Ley de Thirlwall y tipo de cambio: Un análisis empírico para la economía mexicana de 2003 a 2012, mediante la metodología del modelo SVAR cointegrado*  
**271** GUILLERMO ARENAS DÍAZ  
ALFREDO GABRIEL BLANDO AMBRIZ

*Abstract:*

*Migration and remittances in Mexico: 1980-2010*

The aim of this study was to analyze the effects of the number of migrants, remittances, the exchange rate, inflation, unemployment, wages of both Mexico and the United States, on Mexico's Gross Domestic Product and determine the most significant variables that delimit this functionality. To indicate the relationship between migration and remittances two models of linear equations were developed. The results obtained for the equation of the number of migrants indicate that the most significant variables were: Gross domestic product, wages and unemployment in the United States and Mexico. For the equation obtained in remittances were, in order of importance, the variables: number of migrants, unemployment, wages and inflation in the United States.

*Keywords: migration, remittances, elasticities, economic development.*

*Gender wage discrimination in manufacturing the northern border of Mexico, in the period 2005-2011*

The overall objective of this research is to measure gender wage discrimination, in manufacturing the northern border of Mexico, in the period 2005-2011, assess the overall effect and education levels, making contrasts the results of the border nationals north. We constructed a panel data as an information source using the National Urban Employment Survey (ENOE), the 2005-2011 period, which was applied by the technique estimates Oaxaca-Blinder (1973) using OLS and correcting the selection bias with Heckman. The results were obtained at the northern border region and national calculating the manifestation of gender wage discrimination, together industry and education levels during the period. In the industry, to the north and Mexico border, it was shown that women earn about 13 percent less, relative to men, because of discrimination, and education levels, we ob-

20

50

served that wage discrimination against professional women, decreases greatly.

*Keywords: wage discrimination, educational levels, northern border labor market.*

*Evaluation of social policies and programs using fuzzy logic*

The main objective of this paper is to present a characterization of the evaluation of public policy and specific programs for social development, such as the Hábitat Program, proposing an alternative to the common practice of evaluation by presenting a methodology based on fuzzy logic theory and its applications. The results show two priority items, the first of them is the extent to impact the Hábitat Program has achieved in their areas of intervention, the second is the relevance of using the theory of fuzzy logic to the comprehension phenomena of political and practical application addressed to the welfare and social interest.

*Keywords: evaluation, social programs, fuzzy logics, social reality.*

*Structural recursion analysis with specialized work under the theory of inexistence of the labour market*

It develops a structural recursion analysis with specialized work under the theory of inexistence of the labour market (TIMT). This paper incorporates specialized work in the internal organization of firms, thus the production is made possible by two specialties necessary to produce: management and manufacturing. It is shown that if the wage differential resulting from the different wages to different specialties is unchanged, unemployment in the management workers generates unemployment in the manufacturing workers, to restore full employment in the last mentioned, it is required that the wage differential increases. Furthermore, it is shown

82

114



that the existence of unemployment in the manufacturing workers, creating unemployment in the management workers.

*Keywords: specialized work, wage differential, entrepreneurial organization.*

### *Determinants of household inside in rural Chiapas*

This research was performed to identify factors that determine the monthly current income, others than the agricultural ones, of households in rural Chiapas. An econometric model was developed, where the logarithm of income was the dependent variable and, as the explanatory: sex of head of household, age, age squared, household head completed primary education, head of household with complete secondary head of household with complete high school, household members, employed earners and years of schooling of head of household. The results indicate that both the model and all estimated coefficients were significant and with the expected signs, showing a direct relationship between the dependent variable with sex, age, elementary, middle and high school complete earners employed and the years of study, and inversely related to age squared and household members.

*Keywords: current income, educational level, rural area, model*

### *Integrated water management from a social approach to an ecological economics*

The ecological economics model is an open system that analyzes the relationships between the economic and ecologic system. In that sense, it is integral, being that it considers monetary, social and environmental aspects. As for the study of the decline of water availability, this model presents an alternative since it would give account of those aspects related to integrated water management which points to the participation of society as an alternate option. The aim of this paper is to show the relationship between

**136**

**158**

ecological economics and integrated water management, taking into consideration that for both the social aspect is crucial.

*Keywords: ecological economics, integrated water management, social participation.*

*An experimental approach to discrete dynamical systems with Mathematica*

Experiment with discrete time dynamical systems, may represent an important educational resource in the investigation of the properties of dynamical systems and their potential applications to disciplines such as economics. As an illustration of this possibility teaching, this paper provides a brief introduction to the dynamics of discrete-time dynamic systems using examples assisted by the symbolic language Mathematica. Such systems are essentially iterated maps. In the first part, we construct orbits of points under iteration of real and complex functions. If  $x$  is a real number or a complex number, then the orbit of  $x$  under  $f$  is the sequence  $\{x, f(x), f(f(x)), \dots\}$ . These sequences may be convergent or sequences that tend to infinity. In particular, to test this behavior in complex sequences will require the concept of derivative of a complex function.

**176**

In a second part, we use the concepts reviewed in the first to build Julia sets, these sets are obtained by assigning colors to a rectangular grid points according to the behavior of their orbits under the studied complex function, the colors are assigned according the classification of the points. The pattern obtained, the Julia set is a fractal. However, the image obtained is always an approximation.

*Keywords: iteration, dynamic system, Mathematica, fixed point orbits, Julia set.*

*Price and urban water management in Mexico*

This work aims to evaluate the potential price paid by users as a tool for management of urban water demand in Mexico. Our results, based on an analysis of data from hundreds of

**222**

water utilities in the country, show that water demand is sensitive to price itself, as noted in other studies. However, we also find that the demand is even more sensitive to the effect of population and economic growth. Therefore, considering the demographic dynamics, urban and economic life, an increase in the price of the water itself may not contribute significantly to the stabilization of national requirements for water extraction for urban use. Furthermore, our analysis of the determinants of urban water price reveals that utilities routinely pass the cost of their technical and financial inefficiencies users, so that an increase in the price of water could also contribute to the improvement of its finances. We conclude that for effective management, efficient and sustainable urban water use, it is essential to a fundamental change in the way they operate urban water systems.

*Keywords: public-use urban water price, sustainability.*

#### *Export competitiveness of Mexican dried chile*

In this paper we study the behavior of the competitiveness that Mexico has shown, in their dried chilli exports during the period 1993-2009, by obtaining the relative strength index of exports and applying the method of analysis constant market share, the results obtained show that exports of dried chile in Mexico have grown strongly, with a highly variable growth trend, moreover competitiveness indices are in an acceptable range, but that could be improved, and which is currently ranked 14th in the exporting country, considering that in 1993, 1995 and 1998 came to be in sixth place, it provides information for a possible change in public policy to support this sector and a framework

*Keywords: competitiveness, exports, agriculture*

244

*Thirlwall Law and exchange rate: An empirical analysis for the Mexican economy from 2003 to 2012, through the cointegrated SVAR model methodology*

From the stylized facts of the Mexican economy in the period 2003-2012, the validity is tested in the short and long term Thirlwall's Law, by econometric technique of cointegrated structural var. In the model developed, it is considered that the real exchange rate is a variable that can have a significant effect on the demand, as mentioned López and Cruz (1999). It should be noted that most studies that consider these variables, only analyze the long-term effects of Thirlwall's Law itself, however, for this research, through the calculation of the impulse response can be economic inference about what happens in the short term economic variables. Finally, it supports the use of SVAR, methodology as this allows theoretical restrictions, which validates the growth model, constrained by the balance of payments, which proposes A. Thirlwall in 1979 and also confirms the hypothesis of the relevance of the exchange rate in the short-term growth in the Mexican economy JEL: C32, F43.

*Keywords: Thirlwall Law, SVAR, exchange rates, México.*

270

# PRESENTACIÓN

Isaac Leobardo Sánchez Juárez  
(DIRECTOR GENERAL)

A partir del número 46 de *Nósis* se había decidido que no existieran números monográficos en la edición regular de la revista; no obstante, para este número dicho criterio tuvo que modificarse en virtud de que iniciamos, a principios de 2013, la integración de una colección sobre economía, producto del XXII Coloquio Mexicano de Economía, Matemática y Econometría que se celebró en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez en 2012.

Se recibieron para esta propuesta más de cuarenta artículos y tras un riguroso proceso de arbitraje quedaron solamente los diez que aparecen en las siguientes páginas. Por la relevancia de los autores y sus investigaciones se decidió no colocar su esfuerzo como número especial, ya que algunas de las bases de datos en las que se hospeda la revista no permiten incluir artículos procedentes de ediciones especiales, lo que significaría para ellos un menor impacto en relación a citas académicas recibidas.

La principal virtud de este número, por la que decidimos hacer la excepción, es que el cien por ciento de los dictaminadores son externos y también todos los autores que en él aparecen. Con este ejemplar se demuestra el proceso de mejora y profundización de la promoción nacional e internacional de la revista, actividad que ha tomado tiempo, pero que finalmente comienza a rendir frutos. Hoy les puedo garantizar que tienen disponible para su consulta y lectura una de las mejores revistas de investigación científica de las ciencias sociales y humanidades.

Muestra de lo anterior es que *Nóesis* ya está indizada en nuevas bases de datos, particularmente SHERPA/ROMEO y EZ3 Electronics Journal Library. Actualmente podemos garantizar a nuestros autores que sus trabajos publicados tendrán un gran impacto, ya que 15 bases de datos indizan “*Nóesis. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*”. Sin más preámbulo, cedo el espacio a la presentación de los coordinadores de este número y por supuesto a la lectura de los artículos que le ayudarán a ampliar su base de conocimientos.

# PRESENTACIÓN

MICHAEL ROJAS ROMERO  
BENJAMÍN CARRERA CHÁVEZ  
(COORDINADORES)

Este número 47 de la revista *NÓESIS* contiene trabajos de autores que participaron en el xxii Coloquio Mexicano de Economía, Matemática y Econometría que se celebró en la prestigiada Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Chihuahua, México, del 24 al 28 de septiembre de 2012. Los autores analizan diversas problemáticas económicas y utilizan distintos métodos de regresión, econométricos, estadísticos y computacionales.

El trabajo “La migración y las remesas en México: 1980-2010”, emplea regresión lineal para observar los efectos del número de migrantes, remesas, tipo de cambio, inflación, desempleo, salario en México y en Estados Unidos sobre el PIB de México. En la ecuación del número de migrantes las variables significativas son el PIB, salario y desempleo de Estados Unidos y de México; en la ecuación de remesas son significativas el número de migrantes, desempleo, salario e inflación de Estados Unidos. En “Discriminación salarial por género en la industria manufacturera de la frontera norte de México, en el periodo 2005-2011”, con panel de datos construido a partir de la Encuesta Nacional de Empleo Urbano, se mide la discriminación salarial por género en la industria manufacturera de la frontera norte de México en el periodo 2005-2011, evaluando el efecto general y por niveles de educación con pruebas de los resultados de la frontera norte con los

nacionales. Se encuentra que, para la frontera norte y México, las mujeres ganan aproximadamente 13 por ciento menos, con respecto a los hombres, por motivo de discriminación; y por niveles de educación, la discriminación salarial en contra de las mujeres profesionistas, disminuye significativamente.

“Evaluación de políticas y programas sociales mediante lógica difusa”, se propone presentar una caracterización de la evaluación de programas para el desarrollo social, como el Programa Hábitat, mediante una metodología basada en la teoría de la lógica difusa y sus aplicaciones. Se observa el alcance que el Programa Hábitat ha logrado en sus espacios de intervención (polígonos) y la relevancia del uso de la teoría de la lógica difusa para comprender fenómenos de decisión política y aplicación práctica dirigida al bienestar y el interés social. En el marco de la Teoría de la Inexistencia del Mercado de Trabajo (TIMT), “Análisis de recursividad estructural con trabajo especializado en la teoría de la inexistencia del mercado de trabajo”, ofrece una revisión de recursividad estructural para mostrar que el desempleo en el subsector de los trabajadores-gestión origina desempleo en el subsector de los trabajadores-manufactura, y ocasiona que el diferencial salarial aumente. Además, la existencia de desempleo en el subsector de los trabajadores-manufactura produce desempleo en el subsector de los trabajadores-gestión. Esto evidencia que, una vez que surge desempleo en algún subsector del sector laboral, todo el sector se ubicará en un nivel inferior al de pleno empleo. Por lo que, el nivel del salario real de los trabajadores-manufactura es el que mantiene el nivel de pleno empleo.

Aplicando una regresión lineal, en “Determinantes del ingreso en los hogares en zonas rurales de Chiapas”, se identifican los factores que determinan el ingreso corriente mensual de los hogares en la zona rural de Chiapas. Es significativa y positiva la relación entre el logaritmo del ingreso y las variables exógenas sexo, edad, primaria, secundaria y preparatoria completas, perceptores de ingresos ocupados y los años de estudio; representativa y negativa es la relación del logaritmo del ingreso con la edad al cuadrado y los integrantes del hogar. En “Gestión integral del agua desde un enfoque social hacia una econo-



mía ecológica”, se distingue la relación entre la economía ecológica y la gestión integral del agua considerando que para ambas los aspectos monetarios, sociales y ambientales son relevantes. “Una aproximación experimental a los sistemas dinámicos discretos con *Mathematica*”, proporciona una breve introducción experimental a la dinámica de estos sistemas a tiempo discreto, mediante ejemplos asistidos por el lenguaje simbólico *Mathematica*. Con este fin, primero se construyen órbitas de puntos bajo iteración de funciones reales y complejas. Después, se usan estos conceptos para construir conjuntos Julia, mediante la experimentación a través de la clasificación de puntos en una malla rectangular de acuerdo al comportamiento de sus órbitas bajo la función compleja apropiada y el color de su clasificación. La aproximación experimental a los sistemas dinámicos a tiempo discreto, puede representar un recurso didáctico importante en la investigación de las propiedades de éstos, y de sus posibles aplicaciones a disciplinas como la economía.

En “Precio y manejo del agua urbana en México”, se hace una evaluación del potencial del precio que pagan los usuarios como instrumento para el manejo de la demanda urbana de agua en México. Se muestra que esta demanda es elástica al precio y aún más al efecto del crecimiento demográfico y económico. Entonces, un aumento en el precio del agua podría no contribuir significativamente a la estabilización de los requerimientos nacionales de extracción de la misma para uso urbano. Y los organismos operadores transfieren sistemáticamente el costo de sus ineficiencias técnicas y financieras a los usuarios, de modo que un aumento en el precio del agua tampoco podría contribuir al saneamiento de sus finanzas. Se concluye que un manejo efectivo, eficiente y sustentable del uso urbano de agua, requiere de un cambio sustancial de la forma en que operan los sistemas urbanos de ésta. El trabajo “Competitividad de las exportaciones de chile seco mexicano”, detalla la competitividad mexicana en exportaciones de chile seco en el periodo 1993-2009, mediante un índice de ventaja relativa de exportaciones y aplicando el método de análisis de participación constante de mercado. Se encuentra que las exportaciones de chile seco se han incrementado significativamente, con una tendencia creciente variable

ya que los índices de competitividad son aceptables aunque podrían mejorar. Se da un marco de referencia e información para un posible cambio en las políticas públicas hacia este sector. “Ley de Thirlwall y tipo de cambio: Un análisis empírico para la economía mexicana de 2003 a 2012, mediante la metodología del modelo SVAR cointegrado” es un trabajo donde, para el periodo 2003-2012, se prueba la validez en el corto y largo plazo de la Ley de Thirlwall, utilizando un VAR estructural cointegrado donde el tipo de cambio real es una variable que puede tener un efecto importante sobre la demanda. Se valida el modelo de crecimiento restringido por la balanza de pagos sugerido por Thirlwall (1979), y confirma la relevancia del tipo de cambio en el crecimiento de corto plazo en la economía mexicana.



## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue el analizar los efectos del número de migrantes, las remesas, el tipo de cambio, la inflación, el desempleo, el salario tanto de México como de los Estados Unidos, sobre el Producto Interno Bruto de México, así como determinar las variables más significativas que definan esta funcionalidad. Para indicar las relaciones que existen entre la migración y las remesas se plantearon dos modelos de ecuaciones lineales. Los resultados obtenidos para la ecuación del número de migrantes indican que las variables más representativas fueron: el Producto Interno Bruto, el salario y el desempleo de los Estados Unidos y de México. Para la ecuación obtenida de las remesas resultaron, en orden de importancia, las variables: número de migrantes, desempleo, salario y la inflación de Estados Unidos.

*Palabras clave: migración, remesas, elasticidades, desarrollo económico.*

## ABSTRACT

The aim of this study was to analyze the effects of the number of migrants, remittances, the exchange rate, inflation, unemployment, wages of both Mexico and the United States, on Mexico's Gross Domestic Product and determine the most significant variables that delimit this functionality. To indicate the relationship between migration and remittances two models of linear equations were developed. The results obtained for the equation of the number of migrants indicate that the most significant variables were: Gross domestic product, wages and unemployment in the United States and Mexico. For the equation obtained in remittances were, in order of importance, the variables: number of migrants, unemployment, wages and inflation in the United States.

*Keywords: migration, remittances, elasticities, economic development.*

# La migración y las remesas en México: 1980-2010

## Migration and remittances in Mexico: 1980-2010

*Esther Figueroa Hernández,<sup>1</sup> Francisco Pérez Soto,<sup>2</sup>*

*Lucila Godínez Montoya<sup>3</sup>*

- 1 Nacionalidad: Mexicana. Grado: Doctor en Ciencias en Economía Agrícola, otorgado por la División de Ciencias Económico-Administrativas (DICEA), Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México. Especialización: Teoría económica y modelos econométricos. Adscripción: Profesora-investigadora de asignatura de la licenciatura en Economía del Centro Universitario UAEM Texcoco, Universidad Autónoma del Estado de México. Correo electrónico: esfigue\_3@yahoo.com.mx
- 2 Nacionalidad: Mexicana. Grado: Doctor en Ciencias en Economía, otorgado por el Instituto de Socioeconomía, Estadística e Informática (ISEI) del Colegio de Postgraduados (CP), Montecillo, Estado de México. Especialización: Teoría Económica y modelos econométricos. Adscripción: Profesor-investigador de la División en Ciencias Económico-Administrativas (DICEA) Universidad Autónoma Chapingo. Correo electrónico: perezsotof@hotmail.com
- 3 Nacionalidad: Mexicana. Grado: Doctor en Ciencias en Economía Agrícola, otorgado por la División de Ciencias Económico-Administrativas (DICEA), Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México. Especialización: Teoría económica y modelos econométricos. Adscripción: Profesora-investigadora de asignatura de la licenciatura en Economía del Centro Universitario UAEM Texcoco, Universidad Autónoma del Estado de México. Correo electrónico: lucilagm76@hotmail.com.

**Fecha de recepción: 5 de febrero de 2013**

**Fecha de aceptación: 4 de junio de 2013**

## I. Introducción

La migración en el mundo se ha convertido en un fenómeno de gran importancia en la agenda internacional. Se estima que los migrantes internacionales son, aproximadamente, el 3.0% de la población mundial. Si bien a primera vista aparece como una fracción pequeña de la población total, su volumen ha ido creciendo en los últimos años. Un rasgo importante es que los migrantes provienen de casi todos los países del mundo y una parte considerable migra entre países fronterizos o dentro de su propia región. Una proporción cada vez mayor se dirige hacia los países centrales, en particular hacia algunas ciudades globales que concentran las decisiones económicas, las actividades financieras y los servicios especializados de las empresas internacionales, así como la producción en empresas innovadoras (Pellegrino, 2008).

A pesar de que la migración ha sido una constante en la historia de la humanidad, desde mediados del siglo xx, la migración internacional surge como uno de los principales factores de la transformación y el desarrollo sociales en todas las regiones del mundo, no obstante las que han tenido lugar desde principios del siglo xxi no tienen precedentes, lo que ha propiciado una nueva conceptualización del fenómeno, enmarcada en lo que algunos estudiosos llaman “la nueva era” de las migraciones internacionales (Castles, 2000; Arango, 2003, mencionado por Fernández, 2005). De acuerdo con esto, las estimaciones realizadas por las Naciones Unidas arrojan que los migrantes en el mundo alcanzaron en el año 2000, la cifra de 175 millones de personas, monto que es 2.3 veces el calculado para 1960 (76 millones) y se proyecta que alcanzará alrededor de 230 millones de personas a mediados del siglo xxi (Fernández, 2005).

En este contexto, la migración México-Estados Unidos reviste particular importancia por su peso específico y dinámica creciente dentro de los flujos migratorios entre las regiones en desarrollo y las desarrolladas en el continente americano. México presenta una tradición migratoria hacia Estados Unidos que data de mediados del siglo xix (Fernández, 2005). Se coincide con el Consejo Nacional de Población

ción (CONAPO), que el fenómeno de la migración mexicana a Estados Unidos da cuenta de un proceso eminentemente laboral, inscrito en un contexto de profundas asimetrías económicas entre países.

A partir de la década de los setenta, se registró un notorio incremento en el dinamismo e intensidad de la emigración mexicana, al punto que el número de mexicanos radicados en la Unión Americana ascendió en 1980 a 2.2 millones de personas. A partir de entonces, las cifras se duplicaron cada diez años, de tal forma que en 1990 el monto de la población mexicana en Estados Unidos era de 4.4 millones y de 8.8 millones en el año 2000 (CONAPO, 2009). En 2005 se alcanzó la cifra de 11 millones de personas, lo que significa que entre 1990 y 2005 anualmente alrededor de 400 mil mexicanos dejaban el país para irse a vivir o en busca de trabajo a los Estados Unidos (Ramírez y Meza, 2010). Por otra parte en el 2008 el número de mexicanos que vivía en Estados Unidos era de alrededor de 12 millones de personas. Si se considera también a los descendientes de mexicanos nacidos en territorio estadounidense, la cifra ascendía a 31 millones de personas (CONAPO, 2009).

No obstante, el panorama actual de la migración México-Estados Unidos es radicalmente diferente del que prevalecía hace apenas unos cuantos años. Los datos provenientes de distintas fuentes estadounidenses y mexicanas, dan cuenta de una clara disminución en los flujos migratorios que se dirigen a Estados Unidos y un estancamiento del stock de población mexicana que radica en ese país. En este sentido, dada la información de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE), el volumen anual de mexicanos que emigraron a Estados Unidos disminuyó de 751 mil personas en 2007 a 375 mil en 2010, lo que representó una caída del 50.0% en un periodo de tres años. Uno de los factores que sin duda ha influido en este patrón migratorio es la recesión económica por la que atraviesa Estados Unidos, producto de la crisis crediticia e hipotecaria que afectó la economía estadounidense desde finales de 2007 y que se extendió por todas las economías del mundo en 2008. Esta crisis financiera y económica marcó, de igual manera, un retroceso en el crecimiento

ininterrumpido que tenía la migración mexicana a ese país desde la década de 1980 (Ramírez y Meza, 2010).

Una de las principales consecuencias de la reducción de la migración México-Estados Unidos, fue la caída de las remesas monetarias que envían los migrantes mexicanos a sus familiares que residen en sus comunidades de origen, ya que según la información del Banco de México, las transferencias monetarias que entran al país bajo el concepto de remesas familiares habían venido registrando un crecimiento sostenido desde los primeros años de la década pasada, mismo que se aceleró después de 2003 y se mantuvo hasta 2007, con aproximadamente 26 mil millones de dólares. No obstante, tras la crisis financiera iniciada a finales de 2007 las remesas experimentaron un descenso en los siguientes años, de forma que en 2009 se situaron en 21 245 mil millones. En 2010 crecieron marginalmente hasta ubicarse en 21 271 millones de dólares, colocándose en un nivel inferior al total de las remesas captadas en 2007, toda vez que la desaceleración de dichos recursos significó una caída de 18.3% entre los años 2007 y 2010 (Ramírez y Meza, 2010).

La crisis en Estados Unidos abarcó una importante gama de actividades económicas en las que se emplea a muchos trabajadores inmigrantes. En el caso de los mexicanos, aquellos que laboran en la industria de la construcción han sido los más afectados por la pérdida de empleo. A este respecto, con datos de la *Current Population Survey* (CPS, por sus siglas en inglés), entre 2008 y 2009 el número de mexicanos ocupados en este sector disminuyó en 24.0%, 359 mil trabajadores (Ramírez y Meza, 2010). A la fecha, el número de migrantes mexicanos ocupados en dicho sector es menor en poco más de 600 mil que el que existía cuatro años atrás. Ello ha provocado que la concentración de los migrantes mexicanos en el sector de la construcción se haya reducido de 25.0% a 17.0% en los mismos años. Afortunadamente para los migrantes mexicanos, las pérdidas de empleo en este sector parecen haberse detenido, incluso se empiezan a observar moderadas ganancias.

Otros sectores donde se registran pérdidas importantes de empleo para los migrantes mexicanos son turismo y esparcimiento, y las manufacturas. En el primer caso son cerca de 100 mil empleos menos y



en las manufacturas cerca de 150 mil entre 2007 y 2011. Los sectores a donde los migrantes mexicanos han tendido a desplazarse y generar ganancias de empleo son servicios profesionales y empresariales, servicios de educación y salud, agricultura, pesca y reforestación e información. Por su parte, los mexicanos de segunda o más generaciones han registrado además del sector de la construcción, pérdidas de empleo en otros servicios, transportación y agricultura, pesca y reforestación; y muestran ganancias en los servicios de educación y salud, comercio, turismo y esparcimiento (BBVA Research, 2011).

### *Nuevo perfil del migrante mexicano*

En los últimos veinticinco años (1980-2005), se consolida un nuevo perfil de indocumentado mexicano, que se agrega al tradicional campesino minifundista procedente de regiones depauperadas de Michoacán, Jalisco, Zacatecas y Guanajuato. Este nuevo inmigrante procede de regiones netamente urbanizadas de grandes ciudades como Nezahualcóyotl (ciudad de más de dos millones de habitantes que se encuentra en la región metropolitana de la capital mexicana) y de otros municipios conurbados del Estado de México, así como de Guadalajara, Monterrey, Toluca, Puebla, Morelia, León, Acapulco y Veracruz. Informes recientes del Instituto Nacional de Migración (INM), indican que el 49.0% de los migrantes mexicanos hacia la frontera norte, son originarios de cinco entidades de la república: Michoacán (15.0%), Jalisco (12.0%), Guanajuato (9.0%), Estado de México (8.0%) y Zacatecas (5.0%) (Méndez, 2006).

Debe observarse que el ascenso de la migración entre los mexicanos es un fenómeno relativamente reciente y es significativo que haya desplazado en porcentaje (El doble) a regiones que tradicionalmente habían tenido más migrantes como Guerrero (4.5%), Durango (4.0%) y Chihuahua (4.0%). Llama también la atención el crecimiento de migrantes hacia Estados Unidos procedentes del Distrito Federal (3.6%), que históricamente se comportó como polo de atracción migratoria al igual que Nuevo León, que ahora ocupa el décimo lugar

como proveedor de migrantes hacia Estados Unidos (3.4%) (*Reforma*, 11 de abril de 1996, tomado de Méndez, 2006).

### *Situación económica en México*

México es uno de los países que se están viendo más afectados por la crisis económica mundial, mucho más que cualquiera de las demás economías latinoamericanas. La caída del PIB en 2009, estimada oficialmente como se ha dicho en alrededor de 7.0%, puede alcanzar entre el 8.5 y 9.5%, como lo muestran las cifras del Producto Interno Bruto (PIB) al segundo trimestre de 2009, la economía mexicana se encontraba ante la peor crisis desde 1931, incluidas las crisis de 1982-1983 y 1995. La caída del PIB en el segundo trimestre se situó en 10.3% respecto al mismo trimestre de 2008. El desplome de la producción está siendo muy abrupto y es previsible que la recuperación sea muy lenta. Se calcula que en los primeros siete meses de 2009 se perdieron 845 mil empleos y la cifra podría superar un millón al concluir el año.

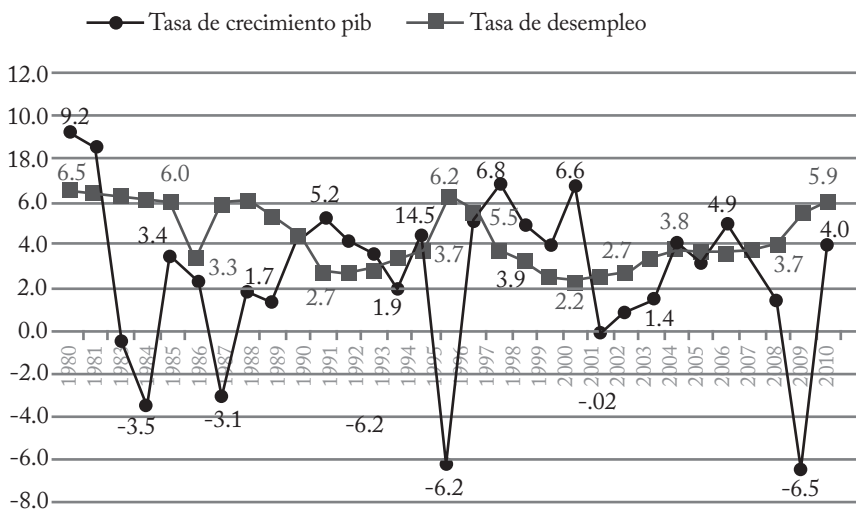
Si bien es cierto que la crisis se inició afuera, el efecto devastador que ha tenido en México sólo se explica por la fragilidad de la economía. A la intensidad con la que se está padeciendo la crisis económica mundial hay que añadir el pobre desempeño estructural de la economía mexicana en los últimos años. Si se analiza su evolución a lo largo de la segunda mitad del siglo xx y los primeros ocho años del XXI, se identifican dos periodos claramente diferenciados por la dinámica del crecimiento: mientras que el PIB por habitante creció en promedio a tasas superiores a 3.0% anual entre 1950 y 1981, entre este último año y 2008 lo hizo a una tasa de 0.5% promedio anual (Cordera *et al.*, 2009).

Entre 1982 y 1995, México pasó de tener unas 1155 empresas estatales a sólo 185. Las empresas vendidas incluyeron ferrocarriles, teléfonos, gas natural, proveedores de energía eléctrica, administración de satélites y puertos, aeropuertos, refinerías de azúcar y bancos. Una desventaja grande que trajo aparejada las privatizaciones fue el aumento del desempleo causado por el despido de trabajadores estatales. Por ejemplo, durante el periodo 1982-1993, las empresas públicas reduje-

ron el número de puestos de trabajo pagados por 429 mil y despidieron 765 730 trabajadores. Después de 1993, se añadieron mucho más trabajadores a esta lista (Véase Ortega, 2002 tomado de Cooney, 2007).

El Producto Interno Bruto (PIB) *per cápita* de México en el 2010 ascendió a 8 772 dólares en promedio, 12.8% más respecto de los 7612 dólares promedio del 2009, según se desprende de cálculos elaborados por *El Economista*. Para un país como México, cuyo ingreso *per cápita* fue de alrededor de \$10 027 dólares en 2012, lo que representa un 4.6% más que en 2011. Cabe destacar que el PIB *per-cápita* mide cuál sería el ingreso hipotético por habitante en el país y no así su distribución. En términos de pesos, el avance es mucho más modesto con apenas 5.5%, para ubicarse en 116 959.1 pesos y de acuerdo con la Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto en los Hogares (ENIGH) concentra a 36.3% de los hogares mexicanos. Del restante 63.7% de los hogares, que abarca del decil I al IX, sus ingresos no alcanzan la mitad del PIB *per-cápita* de 2010 en pesos (*El Economista*, 2012).

**Figura 1. Comportamiento del Producto Interno Bruto y tasa de desempleo, 1980-2010 (%).**

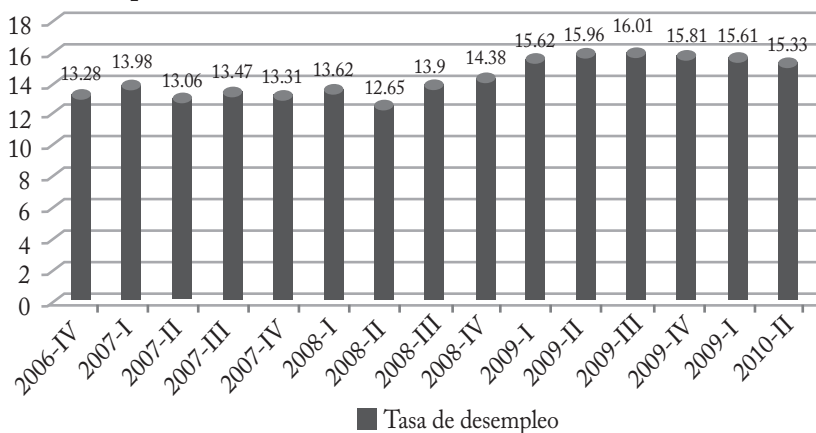


Fuente: Elaborada con datos oficiales de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) (<http://websie.eclac.cl/sisgen/ConsultaIntegrada.asp?IdAplicacion=6>).

El comportamiento del PIB en 2009 sufrió la mayor caída de alrededor de 6.5%, la cual fue provocada por la crisis financiera mundial y si se compara con la crisis de 1995 de 6.2%, ésta ha provocado mayores consecuencias en la economía. En lo referente a la tasa de desempleo se puede observar que cuando la tasa de crecimiento del PIB es negativa, es decir no hubo crecimiento, aumenta la tasa de desempleados principalmente en los años de crisis, según datos oficiales, como se puede ver el desempleo ha experimentado cambios cíclicos entre 5.3 y 9.7% en el periodo de 1980-2010 (Figura 1).

A pesar del menor dinamismo de la economía, la tasa de desocupación abierta disminuyó de un 5.4% de la Población Económicamente Activa (PEA) urbana entre enero y octubre del 2004 a un 4.9% en el mismo lapso del 2005, tanto por la recuperación del empleo formal desde el 2004 como por la absorción de mano de obra del sector informal. Asimismo, con la nueva Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo, la población subempleada representó el 7% de la PEA y el empleo informal abarcó a 11.9 millones de personas (28.2% de la población ocupada) (Banco de México, 2007).

**Figura 2. Tasa de desempleo (%) durante el periodo 2006-IV a 2010-II.**



Fuente: Elaborada con datos del Centro de Análisis Multidisciplinario de la Facultad de Economía de la unam, con datos de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE) del INEGI. *La Jornada*.

En la figura 2 se puede analizar que en promedio el desempleo en el periodo de Felipe Calderón Hinojosa de 2006-IV a 2010-II fue del 14.40%, pero al compararlo con las cifras oficiales que en promedio para 1980-2010 es de alrededor del 6.0%, los datos oficiales no concuerdan con la realidad.

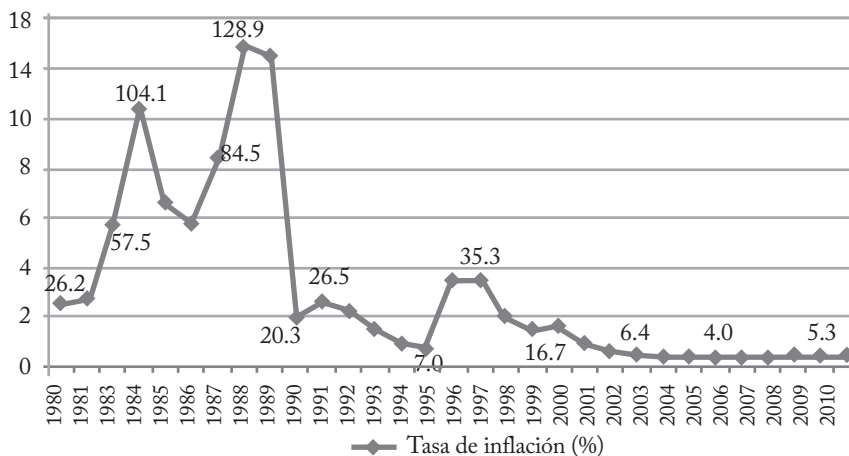
### *Tasa de inflación*

Es posible caracterizar el proceso inflacionario en México, al menos en tres etapas durante 1985-2005. La primera etapa 1985-1988 se caracteriza por una inflación persistente que alcanzó su mayor nivel a principios de 1988. A partir de este año, en una segunda etapa 1988-1994, aunque la inflación parece haberse situado alrededor de un valor promedio, dicho tiempo se caracterizó por una elevada volatilidad en los precios. De hecho, a principios de 1990 hay un repunte importante de la inflación, pero de menor magnitud al observado en la década pasada. La siguiente etapa se enmarca en la crisis económica y financiera que detonara a finales de 1994 en el país. Como resultado de este acontecimiento, la inflación tuvo un nuevo repunte en los primeros meses de 1995 y a partir de entonces ha disminuido acompañada por una elevada volatilidad. Incluso, esta última parece reducirse a partir de 2000 (Varela y Torres, 2009).

En los últimos ocho años, el nivel inflacionario ha sido de un dígito, en comparación con las décadas pasadas en las que era de dos o inclusive tres dígitos (El caso de 1987, cuando la inflación fue de prácticamente 160.0%, lo cual no concuerda con datos oficiales). En 2005 se dio la menor inflación de cuatro décadas al contabilizarse en 3.33%. La tendencia inflacionaria va a la baja desde 1998, estabilizándose entre 2001 y 2007 durante los gobiernos panistas, con un mínimo de 3.33% (2005) y un máximo de 5.19% (2004). En 2007 se tuvo una tasa del 3.76%, que contrasta con la de 2008 de 6.53%. En enero del presente año la inflación se redujo en 0.25% al descender a 6.28%. Para el periodo de 2010 a 2013 se espera una inflación promedio anual de 3.56% (Informe Semanal de la Secretaría de Hacienda, del 6 de

febrero de 2009, tomado de Fundación Preciado, 2009), como se anota en la figura 3.

**Figura 3. Tasa de Inflación promedio anual (%), 1980-2010.**



Fuente: Elaborado con datos del Centro de Estudios de las Finanzas Públicas de la Cámara de Diputados, obtenidos del Banco de México.

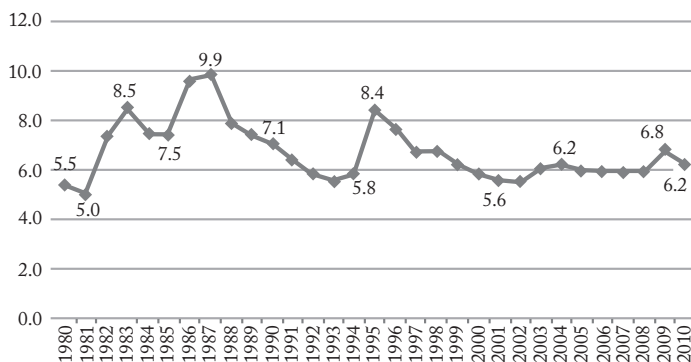
Como se puede ver en la figura 3, la inflación en el periodo de 1980-1999 fue de dos y tres dígitos, excepto en 1994 (7.0%), y a partir de 2000 bajó a un dígito. La aplicación oportuna de medidas de política económica contra cíclica permitió anticipar un desempeño económico más vigoroso a partir de 2009, en el cual, la inflación se mantuvo alrededor de 5.3% a fines de año, según Banco de México. Las previsiones de la inflación general y de la subyacente para el cierre de 2011 fue de 3.22%. Para 2012 se estima que los mismos conceptos se ubicarán en 3.68 y 3.48%, en el mismo orden. En cuanto a la inflación general para 2013 se espera que ésta sea de 3.55%. Se calcula para el periodo 2012-2015 una inflación general promedio anual de 3.60% en tanto que, para el lapso 2016-2019, se considera que ésta alcance un 3.53% (Banco de México, 2011).

## Tipo de cambio

La devaluación del peso frente al dólar tiene su causa en dos elementos estructurales que gravitaron enormemente en el estallido de la crisis del 20 de diciembre de 1994. La primera tiene que ver con el hecho de que México no ha logrado superar su crisis histórica que arrastra desde fines de los años sesenta (Rivera, 1986), y que se expresa de manera inmediata en que los factores del crecimiento económico, no han logrado consolidarse a pesar del ajuste brutal a que ha sido sometida la economía mexicana en los últimos 14 años (ajuste que se inició con De la Madrid y fue continuado por Salinas). Esto quiere decir que para que México logre un ritmo de crecimiento estable y un control efectivo de las presiones inflacionarias, necesita elevar su productividad laboral a tasas medias anuales arriba del 2.5%.

La experiencia mexicana en materia de volatilidad de tipo de cambio es amplia; durante el periodo 1976-1977 el peso registró una depreciación respecto al dólar de 81.5%; en 1982-1983 de 513.2%; en los años 1986-1987 de 353.0%; en 1994-1995 de 102.4% y en 2008-2009 de 40.6% (Banxico, 2010). Esto ha provocado aumentos elevados en el nivel de la inflación y por consiguiente una reducción profunda en el poder adquisitivo de la población.

**Figura 4. Comportamiento del tipo de cambio real (\$/dólar), 1980-2010.**



Fuente: Elaborada con datos del Centro de Estudios de las Finanzas Públicas de la Cámara de Diputados, obtenidos del Banco de México.

Como se puede observar en la figura 4, el tipo de cambio ha experimentado variaciones en épocas de crisis, la cual se reflejó en 2003 (\$8.5/dólar), para 1987 de \$9.9/dólar, como resultado de la crisis de diciembre de 1994 el tipo de cambio en 1995 fue de \$8.4/dólar, de \$6.2/dólar para 2002 y de \$6.8/dólar para 2009 debido a la crisis financiera mundial de Estados Unidos.

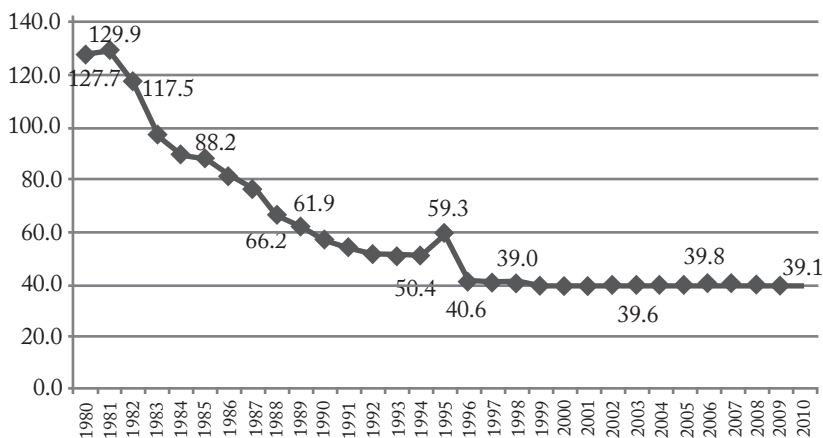
### *Salario mínimo*

El comportamiento de los precios de la canasta básica a partir de la devaluación de diciembre de 1994 a la fecha ha sido errático, el costo de la canasta básica ha aumentado un 157.80%, mientras que la pérdida acumulada del salario pasó de -35.05% en agosto del mismo año, a -32.81% en noviembre; sin embargo, la tasa de crecimiento acumulado del salario real ascendió a -37.34 desde la devaluación a esa misma fecha, profundizándose aún más la brecha entre el salario real y nominal. Una percepción económica de dicha magnitud sólo puede comprar el 41.75% de la canasta básica, por lo que se requeriría un aumento del 139.51% a los salarios mínimos para poder obtenerla. Este aumento no incluye la posibilidad de adquirir otros satisfactores como vivienda, salud, educación y recreación (Treviño, 2004).

El salario mínimo subestima la caída del poder adquisitivo de los trabajadores de menores ingresos dado que los productos de la canasta básica han aumentado a una tasa mayor que la canasta representativa que se usa para medir el índice Nacional de Precios al Consumidor. Por ejemplo, de enero de 1994 a abril de 2011, los precios de la canasta representativa crecieron 542.0%, mientras que los precios de la canasta básica lo hicieron a un ritmo de 628.0%. Por ello, si se usara la canasta básica (que sería más preciso, dado que eso captaría mejor el patrón de consumo de las familias de menores ingresos), la caída en el salario mínimo sería aún mayor. En general, la capacidad de compra del salario mínimo actual en México es apenas una cuarta parte de lo que era en 1980. De hecho, las investigaciones recientes sugieren que este comportamiento del salario mínimo explica el importante aumento en la desigualdad que tuvo lugar en los años ochenta y noventa (Esquivel, 2011).



**Figura 5. Comportamiento del salario mínimo real en México (\$/día), 1980-2010.**



Fuente: Elaborada con datos de Banxico (<http://www.banxico.org.mx/SielInternet>).

Como se puede observar en la figura 5, el salario mínimo real de 1981 (129.9) a 2010 (39.1) ha ido descendiendo en forma muy severa sobre todo para la población de salarios bajos.

### *La migración*

El inicio de la migración mexicana hacia Estados Unidos se remonta a la segunda mitad del siglo xix. Sin embargo, desde hace 25 años este proceso ha tenido un crecimiento sostenido. Las principales causas de este proceso migratorio son la falta de oportunidades de desarrollo para millones de mexicanos y la disparidad de salarios entre los dos países (Pardinas, 2008). De manera que, la migración internacional para muchos mexicanos, ha sido una estrategia que les ha permitido acceder a mejores salarios y construir así mejores condiciones de vida (conapo, 2001). Por tanto, la emigración mexicana a Estados Unidos es un fenómeno de carácter fundamentalmente económico y responde a la combinación de diversos factores estructurales, tales como las profundas disparidades económicas y salariales, la com-

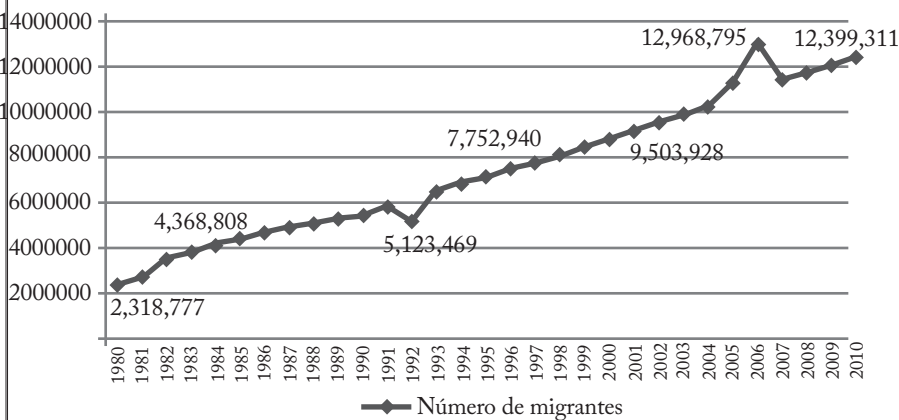
plementariedad demográfica y un contexto de creciente integración e interdependencia económica entre ambos países (Comisión Técnica de las EMIF, 2011).

Muchos son los factores que estimulan y han sostenido la migración a los Estados Unidos por más de un siglo. No obstante, el detonador de gran parte de estos flujos a ese país radica en aquellos factores relacionados con la llamada oferta-expulsión y demanda-atracción de fuerza de trabajo. México como país oferente y Estados Unidos como país demandante. Desde el punto de vista de las condiciones de oferta-expulsión en México, se ha señalado que las transformaciones estructurales derivadas de la política de apertura económica y comercial, desregularización económica, la privatización de segmentos primordiales de la economía nacional, así como la incapacidad del mercado laboral para absorber el excedente de mano de obra, han impactado negativamente en los salarios y empleos de la población mexicana, aumentando las presiones para emigrar a los Estados Unidos. En efecto, se trata de procesos económicos que se han reforzado con las crisis que ha experimentado la economía nacional durante las últimas décadas. Desde la primera mitad de los años setenta, México perdió la estabilidad que le caracterizaba y ha enfrentado crisis económicas recurrentes: en 1976, 1982, 1986 y 1994. Desde la crisis de 1982, atribuida al alto nivel de endeudamiento público y a la caída de los precios del petróleo, el subempleo y la informalidad laboral han caracterizado al mercado de trabajo interno, además de los bajos salarios y la precariedad, lo que ha representado un deterioro significativo del nivel de vida de los hogares en el país. Las estimaciones del *Estudio Binacional* (1997) señalan que el saldo neto migratorio al país vecino pasó de un promedio anual de 137 mil en la década de 1970-1980 a 235 mil en el decenio de 1980 a 1990. Según dicho estudio, la pérdida de población mexicana por migración internacional durante los años ochenta fue de entre 2.1 y 2.6 millones. Entrada la década de los noventa, la economía nacional apenas empezaba a mostrar signos de recuperación cuando en diciembre de 1994 cayó nuevamente en una profunda crisis. El efecto de las crisis sobre los salarios y el empleo formal, aunado a la persistente demanda de mano de obra en el mercado laboral estadounidense, acrecentaron

e incentivaron los flujos migratorios al país vecino del norte en esos años. En la práctica, el saldo neto migratorio internacional fue de alrededor de 260 mil emigrantes anuales durante el lustro 1995-2000, y de 460 mil entre 2000 y 2006 (Ramírez y Meza, 2011). De acuerdo con datos de la ENOE el volumen anual de personas que emigraron a Estados Unidos, disminuyó de 751 a 376 mil personas del 2007 al 2010, lo que representó una caída del 50.0% en este periodo (Comisión Técnica de las EMIF, 2011).

Mucho se ha hablado acerca de la posibilidad de que los migrantes mexicanos pudieran haber retornado en forma casi masiva a México ante la profundidad de la crisis económica en Estados Unidos (*La Jornada*, sábado 25 de octubre de 2008). Sin embargo, aunque los datos censales reportan un aumento en la migración de retorno a México, ésta no se ha dado de forma masiva como se especuló al estallar la crisis financiera en noviembre de 2007, ya que entre 1995 y 2000 regresaron al país alrededor de 260 mil migrantes mexicanos, y en el lustro comprendido entre 2005 y 2009 lo hicieron cerca de 307 mil, lo que representó un incremento de apenas 18%. En otras palabras, el promedio de personas que se fueron a Estados Unidos y regresaron a México fue de 52 mil personas al año entre 1995 y 2000 y de 61 mil entre 2000 y 2010. Un informe del Pew Hispanic Center (PEW, 2010) señala que, en comparación con otros inmigrantes hispanos, los mexicanos son, en menor medida, los que han retornado a su país y mejor han afrontado esta coyuntura económica desfavorable (Ramírez y Meza, 2011).

**Figura 6. Comportamiento del número de migrantes, 1980-2010.**



Fuente: Elaborada con datos del Banco de México y 1980, 1981 y 2007-2010 se estimaron proyectando la tendencia.

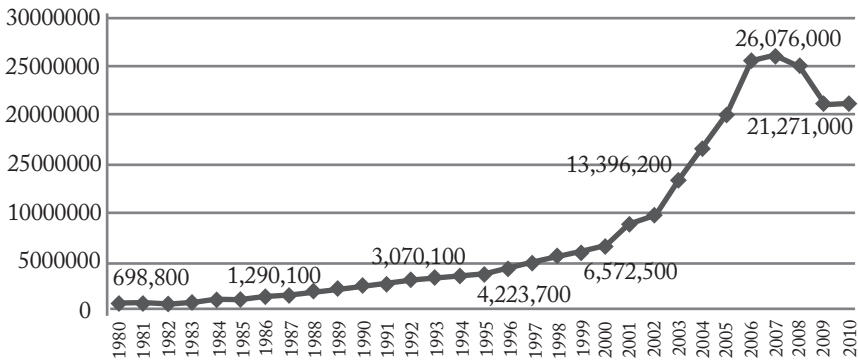
En términos generales, como se puede observar en la figura 6, el número de migrantes de 1980 a 2010 ha ido en aumento. Empero, al interior del periodo se presentó una disminución en esta cifra en el año 1993, y en 2006 se experimentó el mayor incremento de la migración de México hacia Estados Unidos.

### *La caída de remesas en México*

A pesar de que en años recientes, México se ha mantenido como el tercer país receptor de remesas en el mundo, luego de la India y China y seguido por Filipinas (Cervantes, 2011), una de las principales consecuencias de la reducción de la migración México-Estados Unidos de los últimos años, fue la caída de las remesas monetarias que envían los migrantes mexicanos a sus familiares que residen en sus comunidades de origen. Pues con información del Banco de México, las transferencias monetarias que entran al país bajo el concepto de remesas familiares habían venido registrando un crecimiento sostenido desde los

primeros años de la década pasada, mismo que se aceleró después de 2003 y se mantuvo hasta 2007, con aproximadamente 26 mil millones de dólares. No obstante, tras la crisis financiera iniciada a finales de 2007, las remesas experimentaron un descenso en los siguientes años, de forma que en 2009 se situaron en 21 245 mil millones. En 2010 crecieron marginalmente hasta ubicarse en 21 271 mil millones de dólares, colocándose en un nivel inferior al total de las remesas captadas en 2007, toda vez que la desaceleración de dichos recursos significó una caída de 18.3% entre 2007 y 2010 (Ramírez y Meza, 2011) y como se observa en la figura 7.

**Figura 7. Comportamiento de las remesas (dólares), 1980-2010.**



Fuente: Elaborada con datos de <http://www.banxico.org.mx/documents.pdf>.

Como ya se mencionó, en la actualidad, las remesas ascienden a más de 21 mil millones de dólares anuales a nivel nacional, lo cual representa una inyección de capital fresco para la economía y la satisfacción de necesidades para las familias mexicanas, quienes de otra manera no podrían solventarlas (Figura 7). Las remesas han sido, en las últimas décadas, un flujo de divisas de suma importancia para la economía mexicana, particularmente en los estados con mayor tradición como expulsores de migrantes a los Estados Unidos.

Con base en lo anterior, el objetivo de este trabajo fue analizar los efectos del número de migrantes y las remesas, el tipo de cambio, la inflación, el desempleo, el salario de México y de Estados Unidos sobre el Producto Interno Bruto en México, así como determinar las variables más significativas en términos de las elasticidades obtenidas de los modelos planteados.

Las hipótesis establecidas fueron las siguientes: por un lado, existe una relación directa entre el número de migrantes, el desempleo de México, el tipo de cambio, el salario y Producto Interno Bruto de Estados Unidos, e inversa con el salario, el Producto Interno Bruto y la inflación de México, del desempleo y la inflación de Estados Unidos; por el otro lado, para el caso del monto de las remesas existe una relación directa con el número de migrantes, el tipo de cambio, el salario de Estados Unidos, o sea que al aumentar cualquiera de ellas, acrecentarían las remesas; y una relación inversa entre las remesas y el desempleo y la inflación de Estados Unidos, es decir, al aumentar la inflación y el desempleo, disminuyen las remesas.

## II. Metodología

Para el desarrollo del presente trabajo, se plantearon las siguientes acciones metodológicas:

- a) Para encontrar los modelos que muestren las relaciones de funcionalidad entre la migración y remesas, se plantearon dos ecuaciones de la forma:

$$NM_t = \beta_0 + \beta_1 WM_{ex_t} + \beta_2 TC_t + \beta_3 INF_{Mex_t} + \beta_4 PIB_{Mex_t} + \beta_5 UM_{ex_t} + \beta_6 WEU_t + \beta_7 UEU_t + \beta_8 PIB_{EU_t} + \beta_9 INF_{EU_t} + \varepsilon_t \dots\dots\dots(1)$$

$$Re_t = \alpha_0 + \alpha_1 NM_t + \alpha_2 TC_t + \alpha_3 WEU_t + \alpha_4 UEU_t + \alpha_5 INF_{EU_t} + \varepsilon_t \dots\dots\dots(2)$$

Donde:  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_8$ , son los parámetros del modelo uno,  $\alpha_0, \alpha_1, \dots, \alpha_5$  son los parámetros del modelo dos;  $\varepsilon_{t1}, \varepsilon_{t2}, \dots, \varepsilon_{t8}$

son los errores que se introducen en los modelos y que se distribuyen independiente e idénticamente con media cero y varianza constante;  $NM_t$ =Número de migrantes en el periodo t (número de migrantes);  $WMéx_t$ = Salario mínimo de México (\$/jornada);  $TC_t$  = Tipo de cambio (\$/dólar);  $INFMéx_t$  = Inflación de México (%);  $PIBMéx_t$  = Producto Interno Bruto de México (Millones de dólares);  $UMéx$ = Tasa de desempleo en México;  $WEU_t$ =Salario mínimo de Estados Unidos (Dólares);  $UEU_t$  =Tasa de desempleo (%);  $PIBEU_t$ = Producto Interno Bruto de Estados Unidos (Millones de dólares);  $INFEU_t$ = Tasa de inflación de Estados Unidos (%);  $Re_t$  = Remesas familiares en el periodo t (dólares).

b) Para llevar a cabo el presente estudio, se obtuvo información de instituciones públicas como: Banco de México (B de M), Consejo Nacional de Población (conapo), Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (inegi), Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (enoe), Comisión Económica para América Latina y el Caribe (cepal), entre otras.

c) Para la estimación de los modelos se utilizó el paquete Statistical Analysis System (sas) versión 9.

### ***III. Análisis y discusión de resultados***

#### ***3.1 Resultados estadísticos***

Para poder interpretar los resultados obtenidos, se realizó el siguiente análisis. Los resultados cuantitativos logrados a partir del procesamiento de los datos, se muestran en el cuadro 1, y el análisis de los coeficientes estructurales permite apreciar la congruencia de los estimadores con las relaciones teóricas económicas inmersas en las ecuaciones planteadas en la propuesta metodológica para el número de migrantes y los envíos de remesas.

**Cuadro 1. Parámetros obtenidos para los modelos propuestos Número de Migrantes (NM) y Envíos de Remesas (Re)**

VARIABLES DEPENDIENTES		VARIABLES INDEPENDIENTES												
Coficientes estructurales obtenidos para el modelo del Número de Migrantes (NM)														
NM	UMex	WMex	PIBMex	TC	INFMex	WEU	UEU	PIBEU	INFEU	R <sup>2</sup>	F	Prob>F		
Coficiente	139354.9	-7085.61	400.4244	102861	-2049.6	-395000	122659	1101.48	-757498	0.98722	180.3	0.0001		
t <sub>c</sub>	i	-0.62	0.58	0.59	-0.44	-1.4	1.34	2.33	-0.91					
P	0.2273	0.5427	0.5675	0.563	0.6655	0.1751	0.193	0.0296	0.3733					
Coficientes estructurales obtenidos para el modelo de los Envíos de las Remesas (Re)														
Re	NM	TC	WEU	UEU	INFEU					R <sup>2</sup>	F	Prob>F		
Coficiente	4.696201	-523233	-5180940	1606741	9012010					0.92814	64.58	0.0001		
t <sub>c</sub>	9.57	-1.01	-3.55	4.41	2.53									
P	0.001	0.3203	0.0016	0.0002	0.018									
tc: valor de t calculadot														
P: significancia del valor de t observado														

Fuente: Elaboración propia con datos de la salida de resultados del paquete sas.



Los resultados del cuadro 1 exponen la relación funcional del número de migrantes con el desempleo, la tasa salarial, el tipo de cambio, el PIB y la inflación en México, así como el desempleo, la tasa salarial, el PIB y la inflación de Estados Unidos. El análisis de varianza general presenta que el valor de la prueba de  $F_c=180.31 > F_{21, 30, 0.01}^*=2.549$ , con un  $\alpha=0.05$ , por lo cual se rechaza la hipótesis nula general; esto indica que al menos uno de los parámetros obtenidos en la ecuación es distinto de cero. La regresión misma es altamente confiable, indicando un poder altamente explicativo de la ecuación de regresión estimada para los años involucrados en el análisis. Se puede asegurar, a partir de la información obtenida, que el 98.0% de la variación del número de migrantes (NM) es explicada a través de las variables independientes del desempleo en México (UMéx), del salario mínimo de México (wméx), del Producto Interno Bruto de México (PIBMéx), del tipo de cambio (TC), de la inflación de México (INFMéx), del salario de Estados Unidos (weu), del desempleo de Estados Unidos (ueu), del Producto Interno Bruto de la Unión Americana (PIBEU) y de la inflación del mismo país (INFEU), incluidas en el modelo entre los años 1980 al 2010.

Del mismo cuadro 1, puede observarse que las variables que resultaron altamente significativas de la ecuación del NM, fueron el PIB de los Estados Unidos con un valor de t de  $2.33 > 1$ , un valor para la t calculada de  $-1.40 > 1$  para la tasa salarial en los Estados Unidos, para el caso del desempleo en este país el valor de la t es de  $1.34$ , y de  $1.24 > 1$  para el caso del desempleo en México. De alguna manera, estas cuatro variables son las que mayor importancia representan para los migrantes al momento de analizar la situación de tener que migrar ante la disyuntiva de encontrarse desempleados en México, y considerar la posibilidad de insertarse en la economía de los Estados Unidos.

Para el caso de los salarios en México y la inflación en Estados Unidos, se obtuvieron valores para la t calculada de  $-1.02$  y  $-1.01 > 1$ , lo que implica que estas variables también intervienen en la explicación del comportamiento de los migrantes al momento de tomar su decisión de irse al vecino país del norte.

Entre las variables que no resultaron significativas están el Producto Interno Bruto en México con un valor para la  $t$  calculada de 0.58, la tasa de cambio en México tiene una  $t$  calculada de 0.59 y para el caso de la inflación en México se tuvo un valor para la  $t$  de -0.44. Los resultados logrados están en función de la información conseguida de las fuentes consultadas y representan el comportamiento de la misma en el periodo analizado.

En el mismo cuadro 1 se presentan los resultados del análisis de la información para el modelo de la captación nacional de las remesas en función de las variables número de migrantes, tasa de cambio, el nivel salarial, el desempleo y la inflación en los Estados Unidos. Puede observarse en dicho cuadro que a un nivel de significancia del uno por ciento ( $\alpha=0.01$ ), el modelo obtenido es robusto y que el 93.0% de la variabilidad vigente en la captación de remesas en México, se explica por el comportamiento de las variables independientes sugeridas en la relación funcional de la propuesta metodológica.

Se puede ver, asimismo, que todas las variables involucradas en el modelo resultaron altamente significativas para explicar el comportamiento de la captación de remesas en México. De hecho, la variable con una menor significancia en su valor de  $t$  calculada fue la tasa de cambio con un valor de -1.01. Todas las demás variables tienen valores para la  $t$  calculada a partir de 2.53 y hasta un valor de 9.57, por lo que se puede afirmar que el modelo propuesto ofrece un grado de ajuste bastante aceptable.

### **3.2 Interpretación económica de las elasticidades**

El análisis de las elasticidades, para todo el modelo, considera el concepto *ceteris paribus*, es decir, que al cambiar alguna variable explicatoria, que actúa sobre alguna variable endógena, se supone que todos los demás factores permanecen constantes. Se calcularon las elasticidades para cuantificar los efectos establecidos en las relaciones funcionales que componen el modelo. A este tipo de elasticidades se les conoce como de corto plazo.

## Cuadro 2. Resumen de elasticidades del modelo.

$\epsilon_{UMéx}^{NM} = 0.08149099$	$\epsilon_{WMéx}^{NM} = 0.05750$	$\epsilon_{UMéx}^{NM} = 0.34451189$
$\epsilon_{TC}^{NM} = 0.09410299$	$\epsilon_{INFMéx}^{NM} = -0.0086315$	$\epsilon_{UMéx}^{NM} = -0.238171187$
$\epsilon_{UEU}^{NM} = 0.105117807$	$\epsilon_{PIBEU}^{NM} = 1.423272$	$\epsilon_{UMéx}^{NM} = 0.029187837$
$\epsilon_{Nm}^{Re} = 4.664255$	$\epsilon_{TC}^{Re} = -0.4943135$	$\epsilon_{WEU}^{Re} = 3.39393325$
$\epsilon_{UEU}^{Re} = 1.3943944$	$\epsilon_{INFEU}^{Re} = 0.32727495$	

Fuente: Elaboración propia con base en el cuadro 1 y la salida del paquete estadístico sas.

En el cuadro 2 se presentan las 14 elasticidades involucradas en los dos modelos propuestos para explicar el número de personas que emigran de México a los Estados Unidos, y la captación de remesas que se logra para el país al expulsar a los trabajadores nacionales que no consiguen insertarse en la economía por razones que van desde la escasez de fuentes de trabajo, hasta la existencia de una cultura de los mexicanos, a explorar el mercado laboral del país del norte, por medio de la existencia de redes familiares o de amistad y que de alguna manera facilitan el flujo de personas a través de la frontera de norte del país y hasta por la concepción que se tiene, por parte de la población mexicana, del sueño americano para poder llegar a una tierra de ensueño a donde quienes acceden, pueden lograr un mayor nivel socioeconómico de bienestar.

En el cuadro 2, se puede observar, por ejemplo, que ante un aumento porcentual de diez unidades en la variable desempleo en México, el número de migrantes hacia los Estados Unidos, crece en un 8.0%, en tanto que si se elevara en un 10.0% la variable tasa de cambio, el número de migrantes se incrementa en un 0.9%. Para el caso del salario en México, si éste se refuerza en un 10%, el número de migrantes dis-

minuirá en 0.57%. Si el desempleo en los Estados Unidos se acentúa en un 10.0%, el número de migrantes en México aumentará en 1.05%.

Por el lado de las remesas, se tiene que ante un aumento del 10.0% en la tasa salarial de los Estados Unidos, las remesas captadas por México se suman en un 34.0%. Si se eleva en 10.0% el desempleo en los Estados Unidos, la captación de divisas en México se multiplica en un 134.0%.

#### ***IV. Conclusiones***

Con base en el análisis estadístico y económico, se concluye que las principales variables explicativas para el número de migrantes fueron el desempleo en México, el salario, el desempleo y el Producto Interno Bruto de Estados Unidos.

Para las remesas las variables más significativas resultaron las siguientes: el número de migrantes, el tipo de cambio, el salario, el desempleo y la inflación de Estados Unidos.

De las hipótesis planteadas para el número de migrantes no se cumplió la relación con respecto al Producto Interno Bruto y la inflación de México, el salario y el desempleo de Estados Unidos. En lo que se refiere a las remesas no se comprobó la hipótesis del tipo de cambio, el salario, el desempleo y la inflación de Estados Unidos.

Desde 2007 en Estados Unidos, permanece estable el número de migrantes mexicanos. La crisis económica reciente, aunada al incremento en los controles migratorios en ese país, ha significado una reducción de los flujos migratorios de México a Estados Unidos, incluso ha intensificado la migración de retorno, sin que ello implique regresos masivos. Entre 2007 y 2010 el número de migrantes aumentó de 11.81 a sólo 11.87 millones. De acuerdo con BBVA Research (2011) dicho estancamiento será transitorio, tal como ha ocurrido en crisis económicas previas en los Estados Unidos, y el flujo continuará quizás a los niveles previos a la crisis una vez que la economía norteamericana retome sus ritmos de crecimiento. Las razones de ello se sustentan en que los factores que impulsan la migración son económicos y disminuyeron con la crisis, pero aumentarán con la recuperación económica.

Los migrantes mexicanos también se están moviendo a través de sectores laborales. El sector de la construcción es donde ellos han registrado las mayores pérdidas de empleo. A la fecha el número de migrantes mexicanos empleados en dicho sector es menor en poco más de 600 mil que el que existía cuatro años atrás. Así, su concentración en esta área se redujo de 25.0% a 17.0% en los mismos años. Otros sectores donde se registran pérdidas importantes de empleo para los migrantes mexicanos, son turismo y esparcimiento y las manufacturas. Donde han tendido a desplazarse y generar ganancias de empleo son en los servicios profesionales y empresariales, servicios de educación y salud, agricultura, pesca y reforestación e información (BBVA Research, 2011).

Con la crisis económica actual, las remesas bajaron a niveles cercanos a los de 2005, muchos hogares dejaron de percibir estos ingresos y quienes sí los recibieron, vieron reducir los montos, esta situación es probable que haya incentivado el trabajo femenino en las regiones receptoras. La tasa de participación laboral femenina entre 2007 y 2010 aumentó en cerca de 3.0% al considerar a los hogares receptores y en menos de 1.0% a los no receptores.

En la literatura económica existe gran aceptación de que la migración, a través de las remesas, representa una herramienta que puede facilitar el desarrollo de los países receptores. Si bien no se descarta la posibilidad de que las remesas contribuyen en diferentes elementos al bienestar de los hogares que las reciben, tales como mayores niveles de consumo, no parecen ser un detonante importante del desarrollo de las comunidades. Las cifras oficiales muestran que los municipios más propensos a recibir remesas tienen niveles medios de escolaridad y de desarrollo, tienden a presentar mayores tasas de desempleo, a contar con una mayor proporción de personas en edad adulta, y con una menor proporción de personas económicamente activas. Estos factores en principio hacen pensar que difícilmente bajo la situación actual, las remesas podrían ser un motor único para el desarrollo en las comunidades que las cobran. Por ello, la importancia de revisar diferentes componentes de política pública y de participación de la sociedad civil, y en particular de la iniciativa privada, para favorecer un mayor

desarrollo de estas comunidades, por tanto, es necesario profundizar en estos análisis a fin de determinar en qué medida las remesas podrían contribuir, si se canalizan de mejor manera o se logran potenciar con otras herramientas de política pública o privada (BBVA Research, 2011).

### **Referencias bibliográficas**

- Arango, Joaquín (2003). “Inmigración y diversidad humana: una nueva era en las migraciones internacionales”, en: *Revista de Occidente*, núm. 268.
- Aragón, Ana Ma. (2010). ¿Explosivo retorno de migrantes? *La Jornada* del 6 de junio. Disponible en: <http://migracion.jornada.com.mx/explosivo-retorno-de-migrantes>).
- Banco de México. Indicadores económicos. Varios años. Disponible en: <http://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-discursos/publicaciones/informes-periodicos/anual.pdf>
- Banco de México. *Informe Anual 2007*. Disponible en: <http://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-discursos/publicaciones/informes-periodicos/anual.pdf>
- Banco de México (2010). Serie mensual del tipo de cambio nominal FIX, 2000-2009. México, <http://www.banxico.org.mx/>, 15 de diciembre de 2010.
- Banco de México (2011). “Crecimiento económico e inflación.” Banco de México. México, diciembre. Disponible en: [www.bancomexico.gob.mx](http://www.bancomexico.gob.mx)
- BBVA Research (2011). *Situación de Migración de México*. Servicios de Estudios Económicos. Grupo BBVA, junio. Disponible en: [http://www.bbvarsearch.com/ketd/fbin/mult/1106\\_SitMigracionMexico\\_05\\_tcm346-260432.pdf?ts=582011](http://www.bbvarsearch.com/ketd/fbin/mult/1106_SitMigracionMexico_05_tcm346-260432.pdf?ts=582011)
- Castles, Stephen (2000). “Migración internacional a comienzos del siglo XXI: tendencias y problemas mundiales”, en: *Las migraciones internacionales 2000*. *Revista internacional de ciencias sociales*, septiembre de 2000, núm. 165. Pp. 17-32. Disponible en: <http://>

- [www.unesco.org/new/fileadmin/multimedia/hq/shs/pdf/165-fulltextspa165.pdf](http://www.unesco.org/new/fileadmin/multimedia/hq/shs/pdf/165-fulltextspa165.pdf)
- Centro de Análisis Multidisciplinario de la Facultad de Economía de la UNAM. “Empleo y desempleo durante el desgobierno de Felipe Calderón 2006-2010.” Reporte de Investigación No. 87. Primera parte. Disponible en: <http://enlacezapatista.ezln.org.mx/archivos/reportescam/Reporte87primeraparte.pdf>
- Centro de Estudios de las Finanzas Públicas de la Cámara de Diputados. Disponible en: [http://www3.diputados.gob.mx/camara/001\\_diputados/006\\_centros\\_de\\_estudio/02\\_centro\\_de\\_estudios\\_de\\_finanzas\\_publicas\\_1](http://www3.diputados.gob.mx/camara/001_diputados/006_centros_de_estudio/02_centro_de_estudios_de_finanzas_publicas_1)
- Cervantes González, Jesús A. (2011). “Remesas familiares y la migración de mexicanos a Estados Unidos.” Centro de Estudios Monetarios Latinoamericanos. Asociación Regional de Bancos Centrales. Octubre de 2011. *Documentos de Coyuntura 3*. Disponible en: <http://www.cemla.org/PDF/coyuntura/COY-2011-06-03.pdf>.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (<http://websie.eclac.cl/sisgen/ConsultaIntegrada.asp?IdAplicacion=6>).
- Comisión Técnica de las EMIF (2011). “Situación de la emigración mexicana y la migración de tránsito irregular en México.” *En La situación demográfica de México 2011*. CONAPO. Disponible en: [http://www.conapo.gob.mx/es/conapo/La\\_situacion\\_demografica\\_de\\_Mexico\\_2011](http://www.conapo.gob.mx/es/conapo/La_situacion_demografica_de_Mexico_2011)
- CONAPO (2001). “La migración de mexicanos a Estados Unidos en la población de México en el nuevo siglo.” México. Disponible en: [www.conapo.gob.mx](http://www.conapo.gob.mx)
- CONAPO (2009). *Informe de Ejecución del Programa de Acción de la Conferencia Internacional sobre la Población y el Desarrollo, 1994-2009: CIPD+15*. Capítulo XI “Migración Internacional.” Secretaría de Gobernación, Coordinación de Publicaciones de Asuntos Culturales. Pp. 241-272. Disponible en: <http://www.conapo.gob.mx/work/models/conapo/Resource/205/1/images/Cap11.pdf>

- El Economista* (2012). “PIB per cápita, en máximos históricos.” Del 24 de mayo. Disponible en: <http://eleconomista.com.mx/finanzas-publicas/2012/05/24/pib-per-capita-sus-maximos-historicos>
- Esquivel Gerardo (2011). “La evolución reciente del salario mínimo en México.” Disponible en: <http://www.animalpolitico.com/blogueros-el-vaso-medio-vacio/2011/06/07/la-evolucion-reciente-del-salario-minimo-en-mexico>
- Fernández C., Rogelio. (2005). “Migraciones y remesas en el contexto de la Globalización.” 46va Reunión de la Junta de Gobernadores del Banco Inter-Americano de Desarrollo y de la Corporación Inter-Americana de Inversiones. 6 de abril de 2005. Fondo de Población de las Naciones Unidas. Okinawa, Japón. Disponible en: <http://www.remesasydesarrollo.org/uploads/media/migraciones-y-remesas.pdf>.
- Fundación Rafael Preciado (2009). Los impactos de la crisis en la inflación en México. Papeles para la reflexión. Febrero. Año II, número LIII. Disponible en: [http://www.fundacionpreciado.org.mx/reflexion/pdf/p\\_reflexion53.pdf](http://www.fundacionpreciado.org.mx/reflexion/pdf/p_reflexion53.pdf).
- Gujarati, Damodar (2004). *Econometría*. Mc Graw-Hill. México.
- Heredia G. E. S. (1994). “Historia del sistema cambiario.” Economía, mimeógrafo.
- Secretaría de Hacienda (2009). “Informe Semanal de la Secretaría de Hacienda del 6 de febrero de 2009.”
- Méndez, Lugo Bernardo (2006). “Migración mexicana transnacional: Una nueva identidad mexicana, entre asimilación cultural en Estados Unidos”, en: *Revista El Catoblepas*, núm. 58, diciembre 2006. P. 16. Disponible en: <http://nodulo.org/ec/2006/n058p16.htm>
- Nájar, Alberto (2012). “Migración mexicana en EE.UU.: el flujo ahora va en sentido contrario.” *BBC Mundo*, ciudad de México. Viernes 9 de marzo de 2012. Disponible en: [http://www.bbc.co.uk/mundo/noticias/2012/03/120309\\_migracion\\_mexico\\_eeuu\\_reversa\\_an.shtml](http://www.bbc.co.uk/mundo/noticias/2012/03/120309_migracion_mexico_eeuu_reversa_an.shtml)
- Pardinas, Juan E. (2008). “Los retos de la migración en México. Un espejo de dos caras.” *Estudios y Prospectivas*, Serie 99. CEPAL, Coordinación de investigación. México, mayo de 2008.



- Ramírez García, Telésforo y Liliana Meza González (2011). “Emigración México-Estados Unidos: balances antes y después de la recesión económica estadounidense”, en: *La situación demográfica de México 2011*. CONAPO, México. Disponible en: [http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/La\\_situacion\\_demografica\\_de\\_Mexico\\_2011](http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/La_situacion_demografica_de_Mexico_2011)
- Rivera, Miguel Ángel (1986). *Crisis y reorganización del capitalismo mexicano*. Era, México.
- Tuirán, Roberto (2001). Intervención en la ceremonia de presentación del Programa de Trabajo de los 210 Consejos Municipales de Población. Xalapa, 15 de agosto de 2001.  
<http://estudiosfronterizos.wordpress.com/2012/04/04/migracin-mexicana-en-ee-uu-el-flujo-ahora-va-en-sentido-contrario/>
- Treviño Cerda, Julia Angélica (2004). “El poder adquisitivo del salario de México.” Tesis de grado de maestría en Derecho Laboral. Facultad de Derecho y Criminología. División y Estudios de Postgrado. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Valente, César (2012). “México y la crisis económica: La macroeconomía de la crisis en México.” Ensayo mate financiera. Universidad Alfonso Reyes, Unidad Lindavista. Disponible en: <http://cesarvalente.blogspot.mx/2012/06/mexico-y-la-crisis-financiera.html>
- Varela Llamas, Rogelio y Torres Preciado, Víctor Hugo (2009). “Estimación de la tasa de desempleo no aceleradora de la inflación en México.” *Análisis Económico*, núm. 57, vol. xxiv. Tercer cuatrimestre. México.  
Disponible en: <http://www.analisiseconomico.com.mx/pdf/5714.pdf>
- Vargas Mendoza, José (1994). “Las relaciones cambiarias del peso frente al dólar norteamericano y la problemática actual del valor de la moneda mexicana”, en: *El Cotidiano. Revista de la realidad mexicana actual*. <http://www.azc.uam.mx/publicaciones/cotidiano/68/doc11.html>.
- Páginasweb: [http://www.gobernacion.gob.mx/work/models/SEGOB/swbpress\\_Content/3309/12\\_situacion\\_de\\_la\\_emigra\\_a.pdf](http://www.gobernacion.gob.mx/work/models/SEGOB/swbpress_Content/3309/12_situacion_de_la_emigra_a.pdf), 12 de mayo de 2013.

## RESUMEN

El objetivo general de esta investigación es medir la discriminación salarial por género, en la industria manufacturera de la frontera norte de México, en el periodo 2005-2011, evaluando el efecto general y por niveles de educación, realizando contrastes de los resultados de la frontera norte con los nacionales. Se construyó un panel de datos y se empleó como fuente de información la Encuesta Nacional de Empleo Urbano (enoe), del periodo 2005-2011, al cual se le aplicó estimaciones mediante la técnica Oaxaca-Blinder (1973) utilizando mco y corrigiendo el sesgo por selección con Heckman. Los resultados se obtuvieron a nivel región frontera norte y nacional, calculando la manifestación de la discriminación salarial por género, de la industria en conjunto y por niveles educativos durante el periodo. En la industria, para la frontera norte y México, se demostró que las mujeres ganan aproximadamente 13% menos con respecto a los hombres, por motivo de discriminación; y por niveles de educación se observó que la discriminación salarial en contra de las mujeres profesionistas, disminuye en gran medida.

*Palabras clave: discriminación salarial, niveles educativos, frontera norte, mercado laboral.*

## ABSTRACT

The overall objective of this research is to measure gender wage discrimination, in manufacturing the northern border of Mexico, in the period 2005-2011, assess the overall effect and education levels, making contrasts the results of the border nationals north. We constructed a panel data as an information source using the National Urban Employment Survey (enoe), the 2005-2011 period, which was applied by the technique estimates Oaxaca-Blinder (1973) using ols and correcting the selection bias with Heckman. The results were obtained at the northern border region and national calculating the manifestation of gender wage discrimination, together industry and education levels during the period. In the industry, to the north and Mexico border, it was shown that women earn about 13 percent less, relative to men, because of discrimination, and education levels, we observed that wage discrimination against professional women, decreases greatly.

*Keywords: wage discrimination, educational levels, northern border labor market.*

# Discriminación salarial por género, en la industria manufacturera de la frontera norte de México, en el periodo 2005-2011

Gender wage discrimination in manufacturing the northern border of Mexico, in the period 2005-2011

*David Castro Lugo<sup>1</sup>, Luis Huesca Reynoso<sup>2</sup>  
y Nathalia Zamarrón Otzuca<sup>3</sup>*

- 1 Nacionalidad: Mexicana. Grado: Doctor en Economía. Especialización: Mercado laboral. Adscripción: Profesor-investigador C de la Universidad Autónoma de Coahuila (UAdeC) Miembro del SNI nivel I. Correo electrónico: david.castro@uadec.edu.mx.
- 2 Nacionalidad: Mexicana. Grado: Doctor en Economía. Especialización: Economía de la distribución del ingreso y del mercado de trabajo. Adscripción: Investigador titular D en el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD), Hermosillo, Sonora. Miembro SNI nivel II. El autor agradece el apoyo de CONACYT a través del proyecto de ciencia básica SEP 2008-1-106684, para realizar parte de este trabajo. Correo electrónico: lhuesca@ciad.mx
- 3 Nacionalidad: Mexicana. Grado: Maestría en Economía Regional. Especialización: Economía Regional. Adscripción: Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD). Parte de este trabajo se realizó en estancia con Beca-mixta de CONACYT. Correo electrónico: nathalia\_otzuca@outlook.com

Fecha de recepción: 5 de febrero de 2013

Fecha de aceptación: 20 de junio de 2013

## Introducción

La vida de las mujeres en México ha tenido cambios importantes en las últimas décadas, destacando una mayor participación en el mercado laboral; de igual forma se registró una tendencia de que actualmente permanecen más años activas, cortando sus periodos de ausencia laboral (Martínez y Acevedo, 2004). Se resalta que uno de los sectores en los que el empleo de la mujer ha incrementado ha sido el manufacturero, específicamente en el subsector maquilador, pero han percibido menores salarios que los hombres (Alarcón-González y McKinley, 1999). De tal manera, un tema que requiere atención en el mercado laboral es la brecha salarial y las causas de su presencia, debido que al realizar estudios en cuestiones de igualdad de género, es complicado explicar por qué individuos con la misma dotación en capital humano, perciben remuneraciones diferentes.

Por lo tanto, se plantea la conjetura de que en igualdad de circunstancias la mujer obtiene un salario promedio menor al del hombre. Entonces, es necesario conocer qué factores influyen en la determinación de los salarios de cada género, y así poder evaluar el papel de la educación, la experiencia laboral, entre otros. Al respecto, se presumen acentuadas diferencias salariales por género en la industria manufacturera, de las cuales la teoría del capital humano explica una fracción, como diferencias en la productividad; sin embargo, existe una porción no explicada, que se presume como discriminación por diferencia en género.

En relación con el párrafo anterior, es interesante preguntarnos si el tema de la discriminación salarial por género tiene relevancia en los estados de la frontera norte de México, en específico para el caso de la industria manufacturera. Por tanto, el objetivo general de esta investigación es medir la discriminación salarial por género, en la industria manufacturera de la frontera norte de México, en el periodo 2005-2011, evaluando el efecto general y por niveles de educación, realizando contrastes de los resultados de la frontera norte con los nacionales.

Lograr lo anterior supuso elaborar una base de datos con la información necesaria para establecer la participación por género, en el

sector manufacturero de la región; precisar un modelo econométrico que explique los salarios de hombres y mujeres en el mercado laboral, de los estados de la frontera norte y del país, durante el periodo 2005-2011; aplicar la metodología desarrollada por Mincer (1974), Blinder-Oaxaca (1973) y la técnica de Heckman, para obtener los parámetros de los factores que interesan conocer en este estudio.

La hipótesis pronuncia la existencia de discriminación salarial en contra de la mujer en el mercado de trabajo, midiendo el efecto asociado a los niveles de educación. Es de esperarse que en el periodo 2005-2011, la discriminación salarial por género en la industria manufacturera de la frontera norte de México sea afectada de manera inversa, por el nivel de educación, es decir, a mayor nivel educativo menor discriminación se presentará hacia la mujer.

Es de suponerse que en el periodo 2005-2011, los parámetros de discriminación salarial por género de la frontera norte se asemejen con los de México, basándonos en que la participación laboral de la mujer y su razón salarial con respecto al hombre, para la industria manufacturera no presentan desigualdad considerable en las regiones.

Es importante contar con una estimación de la discriminación salarial en la industria manufacturera de los estados de la región frontera norte de México; con el fin de dar a conocer una realidad en la labor femenina, promoviendo propuestas viables en materia de política pública para distintas instancias de gobierno y de la sociedad, con la intención de disminuir o eliminar problemas sociales en la región que potencialicen las virtudes y minimicen los efectos adversos a los que se enfrentan las mujeres en el mercado laboral.

Finalmente, el documento consta de siete secciones, la primera aborda el problema a analizar; posteriormente en una segunda, brevemente se expone la teoría de la discriminación; en una tercera se muestra la revisión de la literatura; continuando con la descripción de la base de datos; después se desarrolla la explicación de la metodología empleada; en una penúltima sección se presentan los resultados y por último se señalan conclusiones de la investigación.

## ***Planteamiento del problema***

La interacción entre elementos económicos, políticos y culturales, en ocasiones propicia comportamientos sociales que no se explican por la lógica económica del mercado; por ejemplo, el ejercicio de la discriminación salarial por género, la cual crea barreras que impiden el desarrollo pleno y coloca en desventaja a algunos individuos.

Para el caso de México, estudios recientes reportaron cifras promedio de discriminación en términos absolutos del 17% con base en el 100% del ingreso (Rodríguez y Camberos, 2007; Rodríguez y Castro, 2011; Martínez y Acevedo, 2004).

El problema de la discriminación salarial y sus efectos se relaciona con el retorno esperado de la inversión en capital humano; en el caso del género femenino, si fuera menor dicho retorno, entonces las mujeres decidirían un nivel educativo inferior al óptimo; mermando su capacidad de generar ingresos y constituye una barrera en la asignación eficiente de recursos en la economía (Montero *et. al*; 2005; Mendoza y García, 2009).

El presente análisis se enfoca en los estados de la frontera norte (Baja California, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas), por producir el 30% de la contribución al PIB de la industria manufacturera del país, en el periodo 2005-2011; la industria empleó el 21.5% de la población ocupada en los estados de la frontera norte, porcentaje del cual los hombres han tenido una participación promedio del 65% y las mujeres del 35%, considerando relevante la actuación de la mujer para la realización de este estudio. Se observa desigualdad salarial en demérito del género femenino, por lo que es de interés conocer la relación existente en las diferencias de las proporciones de los factores en que se descompone el diferencial salarial en los distintos niveles educativos.

## ***Teoría de la discriminación salarial por género***

En sentido de presentar la teoría de la discriminación salarial por género, haremos mayor referencia al trabajo de Becker, quien es uno de

los principales teóricos de los modelos de discriminación; en la literatura sociopsicológica mencionó que un individuo discrimina en contra de otro si su comportamiento hacia este último no está motivado por una consideración objetiva (Becker, 1971).

La palabra discriminación en el mercado laboral es fácil de definir, puesto que según McConnell *et al.* (2003: 435), “existe discriminación económica cuando las mujeres o los trabajadores pertenecientes a grupos minoritarios, quienes tienen la misma capacidad, nivel de estudios, formación y experiencia que los varones del grupo mayoritario, reciben un trato inferior en la contratación, el acceso a una ocupación, los ascensos, el salario o las condiciones de trabajo”; Becker planteó la misma situación, afirmando que las mujeres ganan menos que los hombres por hacer el mismo trabajo. Siendo así que la discriminación por razones de género se presenta cuando dos individuos con la misma calificación son tratados de un modo distinto (Blau *et al.*, 1998).

Una clasificación de discriminación es la discriminación estadística, la cual es de interés definirla para efectos de este estudio; siguiendo con McConnell *et al.* (2003), la describe como aquella que sucede cuando se juzga a una persona tomando en consideración las características medias del grupo o grupos al que pertenece y no por las singularidades personales del individuo. El supuesto central gira en torno a la idea de que los empleadores tienen prejuicios respecto a grupos minoritarios de trabajadores con características personales diferentes en el lugar de trabajo, en este caso el género femenino, y emplean el sueldo como una de las herramientas para manifestar la discriminación en contra de ellas; entonces, el ingreso salarial sirve de referencia para medir el grado en que los empleadores discriminan en contra de dicho grupo (Becker, 1971).

Por otra parte, la teoría del capital humano ayuda a reafirmar la teoría de la discriminación, puesto que aporta la base para medir las diferencias salariales; Mincer (1974) atribuyó las diferencias a las disimilitudes en características de los trabajadores, tales como calificaciones, intenciones y actitudes de los individuos, asimismo se afirma que la educación y la formación que adquieren los individuos en el lugar de trabajo contribuyen al aumento de la productividad y por

ende de los ingresos, existiendo una relación positiva entre los conocimientos y la productividad de los trabajadores.

Por lo tanto, para que un individuo invierta en educación deberá ser compensado por mayores ingresos durante su vida, lo cual se evalúa por el valor presente de los rendimientos a la educación (Becker, 1993). De manera que entendemos la educación como una inversión en capital humano, de la cual se espera un aumento en el ingreso; por tal motivo, los niveles de educación afectan de manera positiva al incremento de la productividad y como consecuencia al ingreso de los trabajadores.

Lago (2002) menciona que la discriminación no sólo tiene un efecto directo en la menor remuneración de la mujer, sino también en el incentivo de la mujer para invertir en capital humano. Becker (1971) comenta que la proporción de la discriminación varía entre países y regiones, e incluso de un periodo a otro, debido a la personalidad de los individuos.

### ***Evidencia empírica***

Al revisarse estudios que explican desigualdades en el ingreso, debido a diferencias en las características del capital humano o por la presencia de características no observables. Los trabajos muestran mayores ingresos para los hombres en relación con las mujeres con igual capacidad productiva y esas diferencias se imputan como discriminación salarial por género.

Para Estados Unidos de América (EUA), se cuenta con la propuesta metodológica de Oaxaca (1973), en la que midió los diferenciales salariales entre géneros, siendo su objetivo proveer una evaluación cuantitativa de la descomposición de la brecha salarial entre hombres y mujeres, en el mercado laboral de EUA, en 1967. La información empleada para el estudio fue obtenida de la Encuesta de Oportunidades Económicas, de la que seleccionó los individuos que reportaron salario por hora, de 16 años de edad o más, que residen en áreas urbanas y que definieron su raza negra o blanca. El contraste se hizo entre hombres de raza negra en comparación con mujeres de raza negra y de igual forma entre hombres y mujeres de raza blanca; en cuanto a que se con-



sideró que la mujer interrumpe su periodo laboral debido a la maternidad, se tomó la variable número de hijos como variable control, puesto que refleja el costo en la pérdida de experiencia y de las habilidades.

En cuanto a la metodología, propuso estimaciones de ecuación salariales por medio de Mínimos Cuadrados Ordinarios, para cada género; después aplicó la descomposición de los diferenciales salariales para estimar los efectos de las diferencias en las características individuales y la discriminación; planteó un modelo logarítmico que estimó bajo el supuesto de que la estructura salarial actual de los hombres aplica para ambos géneros en la ausencia de discriminación y también se valoró bajo un razonamiento inverso. Para el contraste entre hombres y mujeres de raza blanca encontró un 33.41% de discriminación salarial, mientras que para los de raza negra un 37.33%. El autor concluyó que la magnitud de los efectos evaluados como discriminación depende en la elección de las variables control empleadas.

En un estudio sucesor, realizado por Alan S. Blinder (1972), adoptó un patrón parecido al de Oaxaca (1973), al realizar los contrastes en la medición de la discriminación salarial por raza y género, la inquietud por hacer estos estudios era a razón de que los blancos ganaban más que los negros y que los hombres tenían mayores salarios que las mujeres. Por tanto procedió a hacer contrastes entre hombres de distinta raza (blanca y negra) y de hombres y mujeres de raza blanca para EUA en 1972. Como fuente de información empleó la del Banco de datos del Michigan Survey Reserch Center's "Panel Study of Income Dynamics"; de la que se extrajeron los individuos asalariados y se eliminaron los jefes de familia que estaban adquiriendo educación formal y los menores de 25 años. En el contraste realizado por género se destaca que resultó un parámetro de discriminación del 31.6% 8 entre hombres y mujeres de raza blanca. Incluso al probar múltiples procesos metodológicos, para calcular la proporción de discriminación para diferentes periodos, que comprendieron desde los años sesenta hasta finales de los ochenta, se encontró evidencia suficiente de la existencia de practicas discriminatorias hacia la mujer en el mercado de trabajo, y se considera que la variabilidad de la proporción dependió

de la fuente de información que se empleó y el procesamiento que se le dio a los mismos.

Para España, Lago Peñas (2002) investigó la discriminación salarial por razones de género en el sector privado, para lo que tuvo como objetivo profundizar en el conocimiento de las variables que explican las diferencias salariales y construyó la base de datos de la Encuesta de Estructura Salarial de 1995; de la cual resultó importante tomar a todos los trabajadores por cuenta ajena, que prestan sus servicios en centros de cotización de diez o más empleados y que figuraron en la nómina al 31 de octubre de 1995. En cuanto a las divergencias regionales en los salarios, aconsejaron la inclusión de variables dicotómicas para las comunidades autónomas, de las cuales se excluyó la región de Andalucía.

Se aplicó el método de descomposición salarial propuesto por Oaxaca (1973), de lo que resultó el 18% de discriminación salarial por género con base en el 100% del ingreso, siendo las variables de estudios primarios y bachillerato las que redujeron las diferencias salariales. El autor hizo énfasis en que los resultados se deben tratar con cautela, puesto que no se realizó corrección por sesgo de selección muestral.

Al contrario que Lago (2002), García y Morales (2006) desarrollaron el estudio para la comunidad autónoma de Andalucía, de la que evaluaron el periodo de 1998 al 2003, y utilizaron datos administrativos procedentes de un fichero técnico de afiliados y empresas del régimen general de la seguridad social. La muestra se restringió a trabajadores de tiempo completo que no pertenecían al sector agrícola y empleados en entidades de menos de 1000 trabajadores; tras tomar en cuenta dichas consideraciones, en la muestra final el 35% fue representado por la participación de la mujer.

Se emplearon estimaciones por máxima verosimilitud y el método de Oaxaca-Blinder (1973), que expresaron que en la región de Andalucía se halló evidencia de un 12.83% de discriminación y para el resto de España un 14.35%. Como principal aportación del trabajo está la comparación que realiza por regiones, puesto que se pueden analizar las políticas empleadas por las diferentes demarcaciones para hacer frente al problema.

Para el caso de México, contamos con diversos estudios tales como el de Alarcón y McKinley (1999), en el que se enfocaron en el periodo de cambio estructural en México, y evaluaron los años de 1984, 1989 y 1992; comentaron que los resultados obtenidos fueron calculados con información proporcionada por el INEGI, aunque no mencionaron una encuesta y una metodología en específico. En los resultados encontraron un descenso en la proporción del salario de la mujer, en relación con la del hombre, que fue de 76.7% en 1984 a 74.7% en 1992, disminuyendo en dos puntos porcentuales a lo largo del periodo de ajuste estructural, y en cuanto al porcentaje reportado como discriminación salarial por género calcularon un 16.9% en 1984, ascendiendo al 20% para 1992; por lo que las diferencias de educación, experiencia o productividad, no explican la brecha en la dispersión del salario.

En consecuencia, argumentaron que la mujer actúa como *shock absorber*, trabajando más horas en labores no pagadas o de salarios bajos que no están reconocidas en la economía. En conclusión, demostraron que el ajuste estructural en México no redujo la discriminación en contra de la mujer, esto indica un problema general en la forma en la que aquí funciona el mercado laboral, es decir la educación, la experiencia y las habilidades no son los únicos elementos determinantes del ingreso.

Al igual que en el estudio mencionado con anterioridad, Popli (2008) se interesó en observar las variaciones del diferencial salarial por género, en el periodo de cambio de las condiciones macroeconómicas en México; comparando los diferenciales salariales de medidas paramétricas, contra medidas no-paramétricas. Para la elaboración de la muestra empleó información de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH), de 1984, 1994, 1996 y 2002, de la cual filtró a los trabajadores asalariados mayores de 16 años y los individuos con más de un trabajo fueron excluidos.

Así pues, para medir la parte proporcional de la discriminación en las diferencias salariales, el autor empleó tres métodos: el de descomposición salarial de Blinder –Oaxaca–, la medida de Jenkins y una medida no-paramétrica, los tres métodos afirmaron la existencia de discriminación salarial en contra de la mujer. En la década de los

ochenta, la discriminación exhibió el mayor porcentaje, después a mitad de los noventa la media descendió considerablemente, pero después de la crisis de 1995 comenzó a elevarse de nuevo. Los resultados de las medidas empleadas fueron consistentes indicando parámetros de entre 15 y 18% de discriminación para el año 2002.

Rodríguez y Castro (2011) analizaron las remuneraciones salariales por género, en el mercado laboral de México y sus regiones, para el periodo 2000-2004; hicieron una muestra en la que incorporaron características demográficas y ocupaciones de cada individuo, con el fin de hacer un contraste entre hombres y mujeres, clasificados por edad y niveles de escolaridad, utilizando datos de la ENEU.

La metodología se basó en la ecuación de Mincer para datos individuales de sección cruzada y la descomposición del diferencial de salarios se obtuvo con la técnica Oaxaca-Blinder (1973), que permitió conocer si tales diferencias se debían a las dotaciones en capital humano o por discriminación por género, y se identificó el 17% de diferencia salarial asociada a la discriminación por género. Afirmaron que persisten diferencias salariales por género aun y con la creciente participación de la mujer en el mercado de trabajo y tal brecha no ha disminuido, la cual se mantiene por niveles educativos e incrementa con la edad.

Otro estudio es el de Rodríguez y Camberos (2007), quienes analizaron la discriminación salarial por género, en Hermosillo, Sonora; se manejaron datos de la ENEU para el 2001. La muestra se hizo con datos de trabajadores asalariados como la edad, los niveles educativos, la ocupación, la rama económica, las horas trabajadas y si es trabajador calificado o no calificado. Procedieron llevando a cabo un contraste entre hombres y mujeres por grupos de edad y escolaridad, así como por áreas de estudio, en las que tomaron en cuenta cinco clasificaciones, tales como: las ciencias de la salud, naturales y exactas, económico-administrativas, sociales, de la educación, humanidades y disciplinas artísticas e ingenierías y tecnológicas. Realizaron análisis de los rendimientos del capital humano de Mincer, seguido de la descomposición salarial con la técnica Oaxaca (1973) y emplearon la técnica de Heckman.

Al momento de examinar por áreas de estudio, los autores encontraron un 27% de discriminación en las ciencias económico-administrativas y en las ciencias sociales, siendo el mayor porcentaje de discriminación salarial por género reportado en la investigación, mientras que en ingenierías y tecnología tan sólo se estimó un 7.16%. Concluyen que existe discriminación en contra de la mujer profesionalista dependiendo del área de estudio, en el mercado laboral de Hermosillo. Por último, tenemos a Mendoza y García (2009), quienes investigaron la discriminación salarial por género para México, comparando por regiones el año de 2006. Se basaron en información de la ENOE, en la cual la edad de los individuos comprendió de los 14 a los 65 años, incluyéndose el ingreso por horas trabajadas. Los investigadores regionalizaron el país en norte, centro y sur, para conocer si el ingreso es homogéneo o si existen diferencias como resultado de la apertura económica.

Al igual que en los trabajos de Rodríguez y Castro (2011), y Rodríguez y Camberos (2007), se empleó la función propuesta por Mincer y el método de Oaxaca-Blinder (1973) para medir la brecha salarial y obtener la magnitud del diferencial explicado por discriminación. Se estimó un modelo por mínimos cuadrados generalizados para determinar el salario y otro probit para medir la participación laboral. En los resultados a nivel nacional se encontró un 3.22% explicado por discriminación hacia el género femenino; porcentaje bajo en comparación con otros estudios del país.

Se percibe que la estimación no presenta resultados confiables, puesto que las cifras de ingresos laborales mensuales y por hora están sobrestimadas, es decir no se observa que interpreten la realidad, por tanto habría que ver algunos otros estudios al momento de opinar sobre el tema para el país. La revisión para el caso de México, establece que existen diferencias en el salario entre hombres y mujeres no explicadas por atributos como educación, experiencia y habilidades, y se relacionan a la presencia de discriminación para diferentes periodos, evaluadas con distintas metodologías y bases de datos.

Con base en la revisión de literatura podemos concluir que en efectivo la discriminación salarial en contra de la mujer ha estado presente en el mercado laboral durante décadas, manifestándose en

diferente magnitud, en distintas partes de mundo. Aunque se observa la ausencia de estudios que comprendan periodos más recientes y se destaca la falta de información para la industria manufacturera de México, así como para la región frontera norte del país. Sin embargo, los estudios analizados permiten destacar aspectos importantes para comprender el fenómeno.

### *Descripción de la base de datos*

El periodo de estudio comprende del año 2005 al 2011 y se consideró como fuente de información los microdatos de la ENOE, haciendo uso del tercer trimestre de cada año. Dada la extensión de la investigación, se procedió a acotar las bases a sólo la población ocupada que se desempeña en la industria manufacturera, y únicamente a los individuos subordinados y remunerados por sueldo, salario o jornal. El criterio de edad se fijó de acuerdo a lo estipulado en la Ley Federal del Trabajo, con los trabajadores de entre 14 a 65 años de edad; en cuanto a la jornada laboral se limitó a individuos que cubrían de entre 15 a 60 horas laboradas a la semana, eliminando los puntos atípicos, debido a que algunos trabajadores sólo tenían una hora a la semana u otros reportaron jornadas extremas.

Para un mejor manejo de la base de datos, se elaboró un panel de datos del periodo, se sabía que una de las variables clave para el desarrollo del estudio fue la de los ingresos por hora y éstos que reportaron los individuos se encontraron a precios corrientes, fue necesario construir una nueva variable de los ingresos por hora a precios constantes. De manera que se deflactaron los ingresos por hora, de acuerdo al INPC por localidades y zonas metropolitanas, se tomó el índice de la localidad de cada estado del mes de agosto, ya que corresponde al mes intermedio del tercer trimestre, que es al que pertenecen las cifras y se hizo la conversión de los índices estableciendo como base el mes de agosto del 2011.

Para aquellos estados en los que se contó con más de una localidad o área metropolitana, se promediaron los índices del mismo periodo para obtener un solo índice a nivel estatal; el procedimiento se realizó

para el periodo del 2005 al 2011, tomando como año base el 2011. Una vez deflactados los ingresos por hora se consideraron los asalariados que percibieron de \$7 pesos a \$180 pesos por hora, con motivo de cortar los puntos atípicos y no sesgar las medias de los ingresos. Entonces se procedió a trabajar aproximadamente con el 91% de la muestra de asalariados de la manufactura.

Se manejaron algunas variables para el análisis y especificación del modelo econométrico, tales como género, para este concepto se considera el sexo y se caracteriza por tomar el valor de uno en el caso de los hombres y de dos para las mujeres; se observó la variable ingresos por hora, debido a que los trabajadores cumplen con diferentes jornadas laborales al mes, y por medio de esta variable fue objetivo el cálculo de la discriminación salarial; se creó la variable logaritmo natural del ingreso, con base en el ingreso por hora deflactado; se usó la variable años de educación, ésta reporta los años cursados de educación formal; se definió la variable niveles educativos, siendo ésta una de las principales en la comprobación de hipótesis, por tanto se desagregó en cinco niveles, el primero es sin instrucción y primaria incompleta en que los individuos no cuentan con instrucción o han cursado hasta cinco años de educación, pero que no han recibido certificado alguno.

En el segundo nivel los de primaria completa, comprendiendo de seis a ocho años de educación; seguido de los del tercer nivel, integrado por individuos que han cursado de nueve a 11 años educativos, siendo los clasificados en secundaria completa; la preparatoria o bachiller completo es el cuarto nivel y está compuesto por trabajadores que tienen de 12 a 15 grados cursados; y por último la licenciatura completa y posgrados que incluye de 16 a 22 años escolares cursados, siendo éste el quinto nivel; la variable experiencia es esencial en este estudio, en este caso se calculó de manera diferente para los géneros, para los hombres se midió con base en la edad del individuo menos los años cursados de escolaridad, menos seis, que es la edad en la que el individuo inicia su periodo de educación formal; y para las mujeres se realizó bajo el mismo criterio sólo que se añadió a la resta el número de hijos a modo de reflejar el periodo interrumpido por maternidad (Oaxaca, 1973).

En la variable experiencia al cuadrado se incorporan los rendimientos decrecientes del capital humano (Mincer, 1974); en cuanto a la variable estado civil fueron pertinentes dos agrupaciones, a los casados, en unión libre, separados y divorciados se les asignó el valor de uno, mientras a los solteros y viudos el valor de dos; la decisión de hacer dicha clasificación fue segmentar la responsabilidad que se asume en proveer al hogar, esto con la finalidad de medir lo que el estado civil aporta a los ingresos; se formó la variable zona que es el número de habitantes por localidad y se creó de manera dicotómica dando el valor de 1 a los individuos pertenecientes a localidades con más de 15 000 habitantes y de 0 a los que corresponden a localidades hasta 14 999 habitantes.

### *Estadística descriptiva*

En el contexto laboral mexicano, la distribución por género de los trabajadores asalariados de la industria manufacturera del país, muestra un 35% representado por la presencia femenil y el resto por el género masculino, en el periodo 2005-2011; y para la región frontera norte se observó que la participación de la mujer se ubicó 2% por encima de la medida nacional, en el mismo periodo. La participación del género masculino representa casi el doble en comparación con la de las mujeres, esto podría estar asociado a las actividades que se desarrollan en la industria, otra razón podría ser que las mujeres no estén interesadas en participar en la manufactura, o incluso el motivo podría ser que existe segregación laboral por parte de los empleadores.

Por otra parte, en el mercado de trabajo de la industria manufacturera se observaron diferencias salariales por género en el periodo analizado para México como para la región de la frontera norte; se expuso que la razón salarial de la mujer con respecto al hombre está en desventaja, las mujeres percibían 79¢ por cada peso que recibían los hombres a nivel nacional, y para el caso de la frontera norte se encontró en 78¢ el ingreso de la mujer por cada peso que ganó el hombre.

No obstante, es de interés conocer el motivo de la diferencia salarial, es decir si ésta se debe a que el capital humano y la producción de los hombres es mayor que la de las mujeres, o bien si no existe algún



factor de la teoría del capital humano que explique tales diferencias y por lo tanto se imputen como discriminación.

### *Metodología*

El procedimiento para obtener el diferencial salarial con el modelo de la función de ingresos está basado en la ecuación minceriana, en la que se miden los rendimientos en las dotaciones de capital humano. Para poder explicar la desigualdad de los salarios entre hombres y mujeres partimos de la teoría del capital humano de Mincer (1974), en la que se establece que a mayor nivel de capital humano se espera percibir un mayor ingreso o salario. Por tanto, Mincer elaboró una función de ingreso en la que explicó que el salario de un trabajador está en función de sus años de escolaridad y de otras características productivas exógenas, como bien puede ser la experiencia (Rojas *et al.* 2000).

A partir de esta teoría y bajo el supuesto que la única causa por la cual dos trabajadores reciben diferente ingreso son las diferencias en el capital humano, es posible estimar una función de salarios para determinar el efecto que tienen ciertas particularidades, relacionadas con el capital humano y del individuo sobre el logaritmo del salario por hora. En esta parte, es necesario exponer dos modelos por separado, uno para el género masculino y otro para el femenino, de la siguiente manera:

En el caso de los hombres:

$$\ln y_i^H = \beta_0^H + \beta_1^H Edu^H + \beta_2^H Exp^H + \beta_3^H Exp^{2H} + \beta_4^H Estatus^H + \beta_5^H Zona^H + \varepsilon^H$$

En donde:

$\ln y_i^H$ : Logaritmo del salario por hora.

$Edu^H$ : Nivel educativo en años cursados de educación formal.

$Exp^H$ : Experiencia laboral del género masculino.

$Exp^{2H}$ : Rendimientos decrecientes del capital humano, calculado con base en la experiencia al cuadrado.

*Estatus*<sup>H</sup>: El estado civil.

*Zona*<sup>H</sup>: La zona de residencia, pudiendo ser rural o urbana.

$\varepsilon^H$ : Término de error que incluye los supuestos de una distribución normal, con media cero y varianza constante.

Y para las mujeres:

$$\ln y_i^M = \beta_0^M + \beta_1^M \text{Edu}^M + \beta_2^M \text{Exp}^M + \beta_3^M \text{Exp}^{2M} + \beta_4^M \text{Estatus}^M + \beta_5^M \text{Zona}^M + \varepsilon^M$$

En donde las variables especificadas incluyen las mismas consideraciones, sólo aplicadas al género femenino.

Posteriormente, es posible emplear la descomposición del diferencial de salarios con la técnica desarrollada por Oaxaca y Blinder (1973), la cual determina el monto de la brecha de los ingresos que corresponden a diferencias en las dotaciones de capital humano, así como el importe que es atribuible a la discriminación existente en el mercado laboral hacia las mujeres.

Se obtuvieron los valores medios de la muestra y después se calculó la diferencia de los logaritmos del salario por hora entre los géneros:

Representado en forma matricial:

$$\ln y_i^H - \ln y_i^M = \hat{X}_H' \beta_H - \hat{X}_M' \beta_M$$

En donde:

$\hat{X}_H'$  y  $\hat{X}_M'$ : Son los vectores de las estimaciones medias de las variables de cada género, y

$\beta_H$  y  $\beta_M$ : Son los coeficientes estimados, correspondientes a dichas variables.

Al desarrollar la ecuación, toma la siguiente forma:

$$\ln y_i^H - \ln y_i^M = (\bar{X}_H - \bar{X}_M)' \hat{\beta}_H + \bar{X}_M' (\hat{\beta}_H - \hat{\beta}_M)$$

En donde:

$\ln y_i^H - \ln y_i^M$ : Diferencial del logaritmo del salario por hora;  $(\bar{X}_H - \bar{X}_M) \hat{\beta}_H$ : Componente del capital humano, se basa en que las diferencias en productividad entre los géneros son causa de desigualdad salarial; y  $\bar{X}_M (\beta_H - \beta_M)$ : Mide la discriminación existente entre géneros en el mercado laboral.

Al momento de estimar estas ecuaciones, un problema potencial que se presenta es la existencia de sesgo de selección, su origen se encuentra en la muestra, puesto que en ella se seleccionan únicamente a los individuos activos en el mercado laboral y se excluyen a los inactivos; por tanto que la muestra no es aleatoria.

El razonamiento empleado es que a un mayor nivel educativo se tiene mayor probabilidad de participar en el mercado de trabajo, debido a que el costo de oportunidad aumenta con los niveles cursados por el individuo. El propósito de estudiar este efecto se debe a la necesidad de contar con parámetros insesgados en el análisis de las diferencias salariales existentes.

El sesgo de selección se capta con el método Heckman (1979), en el que se valoran modelos probit, que incluyen la inversa de la razón de Mill's ( $\lambda$ ).

Dicho modelo se plantea así:

$$\ln y_i^G = X_i^G \beta_i^G + \beta_i^G + \varepsilon_i^G$$

Donde:

$\ln y_i^G$ : Logaritmo del salario por hora, donde el superíndice G indica el género.

$X_i^G$ : Es el vector de las estimaciones medias de las variables de ambos géneros.

$\beta_i^G$ : Son los coeficientes estimados, correspondientes al vector de variables  $X_i^G$ .

$\beta_i^G$ : Es el vector de parámetros estimados de la variable que

corresponde a la inversa de la razón de Mill's, el cual corrige el sesgo de las estimaciones del vector  $\beta_i^G$ .

$\varepsilon_i^G$ : Término de error que incluye los supuestos de una distribución normal, con media cero y varianza constante.

Precisando la expresión, se procede a desarrollar la descomposición salarial:

$$\ln y_i^H - \ln y_i^M = (\bar{X}_i^H \hat{\beta}_i^H - \bar{X}_i^M \hat{\beta}_i^M) + (\hat{\beta}_{\lambda_i}^H \bar{\lambda}_i^H - \hat{\beta}_{\lambda_i}^M \bar{\lambda}_i^M)$$

Al incorporar la inversa de la razón de Mill's al logaritmo de los ingresos promedio, resulta la siguiente forma:

$$\overline{\ln y}_H^0 = \ln y_i^H - \hat{\beta}_{\lambda_i}^H \bar{\lambda}_i^H$$

Ahora bien, se puede identificar la proporción de la diferencia salarial atribuible a productividad y a discriminación del mercado laboral, resultando la siguiente ecuación:

$$\overline{\ln y}_H^0 - \overline{\ln y}_M^0 = (X_H - X_M) \hat{\beta}_H + X_M (\hat{\beta}_H - \hat{\beta}_M)$$

De igual manera que con el método estimado por MCO, los términos tienen la misma definición, sólo que en este caso las cifras estimadas están insesgadas, es decir, no están sobrestimadas ni subestimadas y por tanto los resultados se valoran confiables.

## Resultados

Una vez realizadas las estimaciones de los modelos, se procede a explicar los resultados obtenidos en el análisis del periodo 2005-2011.

En los resultados no se presentaron problemas sobre los supuestos básicos del modelo, las estimaciones son robustas, con coeficientes estadísticamente significativos y los signos esperados (ver anexo 1 y 2). Para México se observaron diferencias salariales entre géneros a favor de los hombres y se demostró que las mujeres ganan 13.8% menos

por sus labores, con respecto a los hombres igualmente calificados, por motivos de discriminación (ver cuadro 1).

**Cuadro 1: Resultados del modelo general estimado por MCO, para la industria manufacturera de México, en el periodo 2005-2011.**

Salario medio de los hombres	3.199
Salario medio de las mujeres	2.99
Diferencia salarial media	0.209
Parte explicada por diferencias en productividad (%)	33.5
Parte no explicada (%)	66.5
Discriminación absoluta (%)	13.8

Fuente: Elaboración propia con base en la ENOE, 2005-2011.

Para los estados que componen la frontera norte, el resultado no fue significativamente diferente, contando con un 13.1% de discriminación salarial en demérito del género femenino para 2005-2011 (ver cuadro 2). El motivo puede estar relacionado a la estructura de las regiones en el periodo, como ya se había comentado con anterioridad la razón salarial de la mujer con respecto al hombre y la participación laboral no difiere entre regiones.

**Cuadro 2: Resultados del modelo general estimado por MCO, para la industria manufacturera de la frontera norte, en el periodo 2005-2011.**

Salario medio de los hombres	3.298
Salario medio de las mujeres	3.101
Diferencia salarial media	0.197
Parte explicada por diferencias en productividad (%)	33.4
Parte no explicada (%)	66.6
Discriminación absoluta (%)	13.1

Fuente: Elaboración propia con base en la ENOE, 2005-2011.

Destacando la importancia de corregir el sesgo de selección con la técnica Heckman (ver anexo 3 y 4), se hicieron las estimaciones y en los resultados se presentaron ligeras variaciones con respecto a las realizadas por MCO, por tanto se puede concluir que en esta muestra los resultados son consistentes con ambas técnicas (ver cuadro 3 y 4).

**Cuadro 3: Resultados del modelo general estimado con corrección de sesgo, empleando la técnica Heckman, para la industria manufacturera de México, en el periodo 2005-2011.**

Salario medio de los hombres	3.199
Salario medio de las mujeres	2.988
Diferencia salarial media	0.211
Parte explicada por diferencias en productividad (%)	39.6
Parte no explicada (%)	60.4
Discriminación absoluta (%)	12.7

Fuente: Elaboración propia con base en la ENOE, 2005-2011.

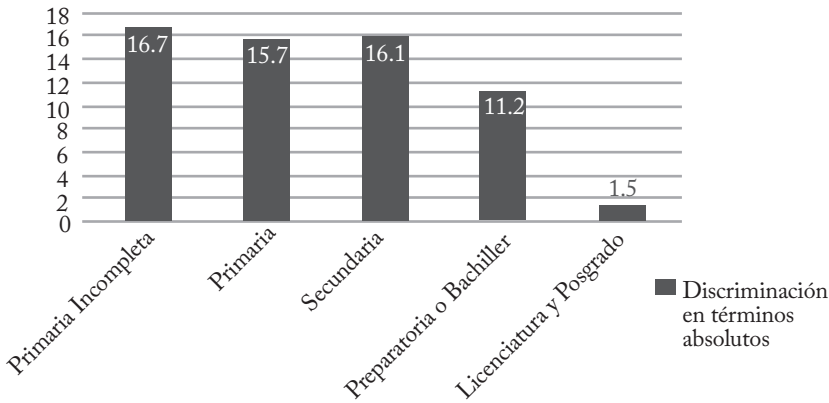
**Cuadro 4: Resultados del modelo general estimado con corrección de sesgo, empleando la técnica Heckman, para la industria manufacturera de la frontera norte, en el periodo 2005-2011.**

Salario medio de los hombres	3.312
Salario medio de las mujeres	3.076
Diferencia salarial media	0.236
Parte explicada por diferencias en productividad (%)	36.7
Parte no explicada (%)	63.3
Discriminación absoluta (%)	14.9

Fuente: Elaboración propia con base en la enoe, 2005-2011.

Al momento de hacer el cálculo de la discriminación salarial por género, para México por niveles de educación, se observó que a medida que incrementa el nivel de estudios la discriminación disminuye, los resultados son presentados con relación al 100% del ingreso de los asalariados. Por tanto existe una diferencia significativa del porcentaje de discriminación aplicado a las mujeres en los niveles de educación básica, respecto a las que cuentan con una profesión.

Gráfica 1: Resultados del modelo general estimado por MCO, para la industria manufacturera de México, por niveles educativos, 2005 - 2001 (%)

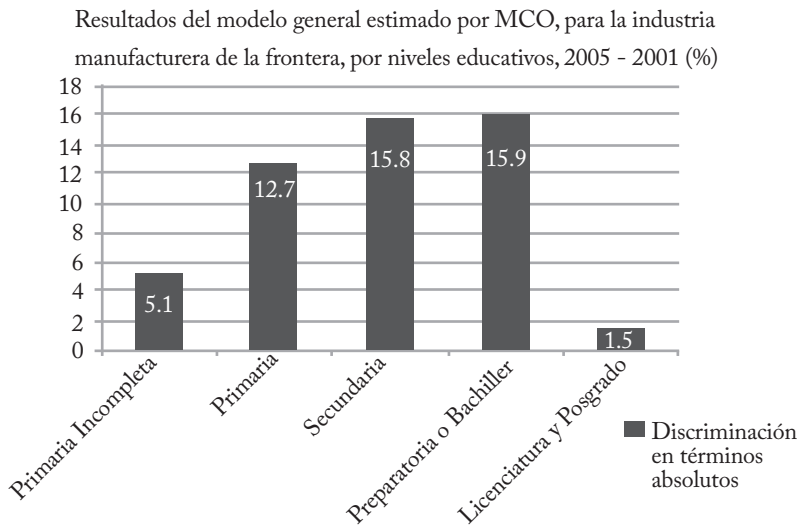


Fuente: Elaboración propia con base en la enoe, 2005-2011.

En la frontera norte se revisó que para la educación básica (de los niveles 2 al 4) los parámetros de discriminación no varían, en cuanto a las mujeres profesionistas se obtuvo el mismo grado de discriminación que a nivel nacional, corroborando dicho resultado; el dato para las mujeres sin instrucción es interesante, pues el porcentaje de discriminación es muy bajo, razón por la cual sería relevante conocer las implicaciones de tal parámetro.



**Gráfica 2: Resultados del modelo general estimado por MCO, para la industria manufacturera de la frontera, por niveles educativos, 2005 - 2001 (%)**



Fuente: Elaboración propia con base en la ENOE, 2005-2011.

### Conclusiones

Este estudio evidencia la presencia de discriminación salarial hacia el género femenino, problema que ha estado presente durante décadas en diferentes partes del mundo. Los resultados para la república mexicana y para la frontera norte son homogéneos para el periodo 2005-2011, reportando aproximadamente un 13% en las estimaciones del modelo MCO general, mientras que los datos obtenidos con Heckman fueron de más-menos 2% con relación a los antes descritos.

A nivel nacional se probó que a mayor nivel educativo menor discriminación salarial por género se dio, siendo los trabajadores con licenciatura o posgrado quienes se muestran altamente beneficiados con dicha reducción; mientras que en la frontera norte del país sucede que

la discriminación salarial aumenta entre los individuos sin instrucción y primaria incompleta hasta los que han cursado preparatoria o bachiller, y al igual que sucede en México es en los trabajadores con educación superior en los cuales la discriminación disminuye hasta un 1.5% en términos absolutos. Por tanto la estructura del mercado laboral en la frontera norte no se asemeja del todo a la nacional y habrá que investigar las diferencias que estén propiciando el incremento de la discriminación que acompañan el aumento de algunos niveles de educación en esta región. A partir de lo observado en los resultados, es de importancia conocer las condiciones laborales de los trabajadores en cada uno de los niveles educativos, esto con la finalidad de tener una visión más clara respecto a lo que esta sucediendo en el mercado laboral de las mujeres en México.

La discriminación salarial por género es un tema relevante para la elaboración de políticas públicas, pues es prioritario detectar los factores que influyen en la presencia de este problema económico-social.

## Anexos

### Anexo 1: Resultados del modelo general estimado por MCO, para la industria manufacturera de México, en el periodo 2005-2011.

Variable	Hombres			Mujeres		
	Coefficiente	t Estadístico	Probabilidad	Coefficiente	t Estadístico	Probabilidad
Logaritmo del salario por hora						
Constante	2.0766	4321.36	0.00	1.9923	3057.96	0.00
Años de escolaridad	0.0729	1808.13	0.00	0.0746	1328.53	0.00
Experiencia	0.0214	687.66	0.00	0.0136	334.15	0.00
Experiencia <sup>2</sup>	-0.0002	-365.79	0.00	-0.0001	-109.68	0.00
Estado civil	0.0880	334.02	0.00	0.0532	194.72	0.00
Zona	0.1402	579.12	0.00	0.1617	550.78	0.00
Núm. observaciones	17 585 608			9 410 917		
R <sup>2</sup>	0.289			0.290		

Nota: Coeficientes significativos al 1%.

Fuente: Elaboración propia con base en información de la ENOE, 2005-2011.

**Anexo 2: Resultados del modelo general estimado por mco, para la industria manufacturera de la frontera norte, en el periodo 2005-2011.**

Variable	Hombres			Mujeres		
	Coefficiente	t Estadístico	Probabilidad	Coefficiente	t Estadístico	Probabilidad
Logaritmo del salario por hora						
Constante	2.0997	2241.25	0.00	2.1670	1706.71	0.00
Años de escolaridad	0.0800	1117.50	0.00	0.0708	697.51	0.00
Experiencia	0.0200	357.45	0.00	0.0097	145.08	0.00
Experiencia <sup>2</sup>	-0.0002	-162.88	0.00	0.0000	-25.64	0.00
Estado civil	0.0712	163.60	0.00	0.0132	29.59	0.00
Zona	0.1260	227.27	0.00	0.1506	226.64	0.00
Núm. observaciones	5 430 970			3 167 583		
R <sup>2</sup>	0.309			0.250		

Nota: Coeficientes significativos al 1%.

Fuente: Elaboración propia con base en información de la ENOE, 2005-2011.

**Anexo 3: Resultados del modelo general estimado con corrección de sesgo, empleando la técnica Heckman, para la industria manufacturera de México, en el periodo 2005-2011.**

Variable	Hombres			Mujeres		
	Coefficiente	z Estadístico	Probabilidad	Coefficiente	z Estadístico	Probabilidad
Logaritmo del salario por hora						
Constante	1.9682	2080.69	0.00	1.8806	2136.53	0.00
Años de escolaridad	0.0800	2253.39	0.00	0.0809	1707.39	0.00
Experiencia	0.0236	687.32	0.00	0.0164	385.81	0.00
Experiencia <sup>2</sup>	-0.0003	-371.43	0.00	-0.0001	-164.81	0.00
Estado civil	0.0970	307.86	0.00	0.0562	150.24	0.00
Zona	0.1536	334.62	0.00	0.1971	502.42	0.00
selectividad						
Estado civil	0.0748	103.61	0.00	0.2438	242.73	0.00
Zona	-0.2886	-319.40	0.00	-0.2019	-157.19	0.00
Constante	1.2560	1329.81	0.00	1.2290	1019.95	0.00
/athrho	-0.0018	-0.22	*0.827	-0.0539	-7.95	0.00
/lnsigma	-0.7543	-4504.13	0.00	-0.8360	-3269.13	0.00
rho	-0.0018			-0.0538		
sigma	0.4703			0.4334		
lambda	-0.0009			-0.0233		
No. Observaciones	17 800 000			9 563 711		

Nota: Coeficientes significativos al 1%. \*Coeficiente no significativo.

Fuente: Elaboración propia con base en información de la ENOE, 2005-2011.

**Anexo 4: Resultados del modelo general estimado con corrección de sesgo, empleando la técnica Heckman, para la industria manufacturera de la frontera norte, en el periodo 2005-2011.**

Variable	Hombres			Mujeres		
	Coefficiente	z Estadístico	Probabilidad	Coefficiente	z Estadístico	Probabilidad
Logaritmo del salario por hora						
Constante	2.0063	1938.15	0.00	2.1441	1765.64	0.00
Años de escolaridad	0.0877	1412.14	0.00	0.0711	896.71	0.00
Experiencia	0.0218	356.85	0.00	0.0093	137.13	0.00
Experiencia <sup>2</sup>	-0.0002	-166.49	0.00	0.0000	-26.14	0.00
Estado civil	0.0775	153.01	0.00	0.0260	53.69	0.00
Zona selectividad	0.1256	158.54	0.00	0.1420	179.35	0.00
Estado civil	0.0603	38.72	0.00	0.2446	107.64	0.00
Zona	-0.4991	-152.95	0.00	-0.5482	-91.35	0.00
Constante	1.8084	545.35	0.00	1.9763	329.96	0.00
/athrho	-0.0052	-0.53	*0.59	0.6647	231.57	0.00
/lnsigma	-0.7795	-2583.77	0.00	-0.9156	-1950.78	0.00
rho	-0.0052			0.5815		
sigma	0.4586			0.4003		
lambda	-0.0024			0.2328		
Núm. observaciones	5,503,779			3,185,228		

Nota: Coeficientes significativos al 1%. \*Coeficiente no significativo.

Fuente: Elaboración propia con base en información de la enoe, 2005-2011.

## Referencias bibliográficas

- Alarcón-González, Diana y McKinley, Terry (1999). "The adverse effects of structural adjustment on working women in Mexico." *Latin American Perspectives*, Issue 106, vol. 26, no. 3, mayo 1999. Pp. 103-117.
- Becker, Gary S; (1993). *Human capital: A theoretical and empirical analysis, with special reference to education*. The University of Chicago press. Third edition, Chicago.
- Becker, Gary S. (1971). *The economics of discrimination*. The University of Chicago Press. Second edition, Chicago.
- Blau, Francine D., Ferber, Marianne A. y Winkler Anne E. (1998). *The economics of women, men, and work*. Prentice Hall. 3ra edición. NJ.
- Blinder, Alan (1973). "Wage Discrimination: Reduced Forms and Structural Estimates." *Journal of Human Resources*. Pp. 436-455.
- Fuentes, Jeanette, Palma, Amalia y Montero, Rodrigo (2005). "Discriminación salarial por género en Chile: Una mirada global." *Estudios de Economía*, vol. 32, núm. 2. Diciembre. Pp. 133-157.
- García José Ignacio y Morales María Dolores (2006). "Discriminación salarial en el mercado de trabajo español con especial referencia al caso de Andalucía." *Centro de Estudios Andaluces, Documento de trabajo*, serie Economía E2006/18.
- Lago Peñas, Ignacio (2002). "La discriminación salarial por razones de género: un análisis empírico del sector privado en España." *Revista Española de Investigaciones Sociológicas*, 98 (abril-junio 2002). Pp. 171-199.
- Martínez, Jasso Irma y Acevedo, Flores Gloria (2004). "La brecha salarial en México con enfoque de género: capital humano, discriminación y selección muestral." *Ciencia, UANL*, 7ol. 7, núm. 1, enero-marzo, Pp. 66-71.
- McConnell, Campbell, Brue, Stanley y Macpherson, David (2003). *Contemporary Labor Economics*. Sexta edición adaptada. McGraw-Hill, Interamericana de España, Barcelona. P. 625.

- Mendoza Eduardo y García Karina (2009). “Discriminación salarial por género en México.” *Problemas del Desarrollo*, vol. 40, núm. 156, enero-marzo, Pp. 77-99.
- Mincer, Jacob; (1974). *Schooling, Experience and Earnings*. Columbia University Press.
- Oaxaca, Ronald (1973). “Male-female wage differentials in urban labour markets.” *International Economic Review*, Pp. 693-709.
- Popli Gurleen (2008). “Gender wage discrimination in Mexico: A distributional approach.” *Sheffield Economic Research Paper Series*. SERP Number: 2008006. Abril 2008.
- Rodríguez y Castro (2011). “Discriminación salarial de la mujer en el mercado laboral de México y sus regiones.” Mimeo. UAC, CISE.
- Rodríguez, Reyna Elizabeth y Camberos, Mario (2007). “Análisis de la discriminación salarial de la mujer en Hermosillo, Sonora.” *Revista Política y Cultura*, núm. 28. Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. Pp. 225-256.





## RESUMEN

El objetivo principal del presente documento es el de presentar una caracterización de la evaluación de política pública y en específico de programas para el desarrollo social, como es el caso del Programa HÁBITAT, proponiendo una forma alternativa a la práctica común de evaluación, al presentar una metodología basada en la teoría de la lógica difusa y sus aplicaciones. Los resultados evidencian dos elementos prioritarios, el primero de ellos, es el alcance en el impacto que el Programa Hábitat ha logrado en sus espacios de intervención (polígonos), el segundo, es la relevancia de utilizar la teoría de la lógica difusa para la comprensión de fenómenos de decisión política y aplicación práctica dirigida al bienestar y el interés social.

*Palabras claves: evaluación, programas sociales, lógica difusa, realidad social.*

## ABSTRACT

The main objective of this paper is to present a characterization of the evaluation of public policy and specific programs for social development, such as the HÁBITAT Program, proposing an alternative to the common practice of evaluation by presenting a methodology based on fuzzy logic theory and its applications. The results show two priority items, the first of them is the extent to impact the Hábitat Program has achieved in their areas of intervention, the second is the relevance of using the theory of fuzzy logic to the comprehension phenomena of political and practical application addressed to the welfare and social interest.

*Keywords: evaluation, social programs, fuzzy logics, social reality.*

# Evaluación de políticas y programas sociales mediante lógica difusa

## Evaluation of social policies and programs using fuzzy logic

*Lucio Flores Payán*<sup>1</sup>, *J. Refugio Vallejo*<sup>2</sup>

- 1 Nacionalidad: Mexicana. Grado: Doctorado en Ciencias Económico Administrativas. Especialización: Política Pública, Evaluación de Políticas. Adscripción: Profesor del Centro de Enseñanza Técnica Industrial (CETI). Profesor del departamento de políticas públicas. Universidad de Guadalajara, sede Centro de Ciencias Económico Administrativas. Correo electrónico: florespayan@hotmail.com
- 2 Nacionalidad: Mexicana. Grado: Doctor en Ciencias con Especialidad en Electrónica, CIMAT-CINVESTAV, Instituto Politecnico Nacional(IPN). Especialización: Economía y Finanzas. Adscripción: Director del Departamento de Economía y Finanzas División de Ciencias Económico Administrativas Campus Guanajuato, Universidad de Guanajuato. Correo electrónico: cuco@ugto.mx

Fecha de recepción: 5 de febrero de 2013

Fecha de aceptación: 12 de junio de 2013

## **Introducción**

**L**a evaluación de política pública y específicamente de su materialización vista en los programas sociales, trata de ser al paso de los días una práctica habitual para la mayoría de los gobiernos y sociedades en general, proponiéndose como un tipo de insumo para la toma de decisiones. En la actualidad, existe una amplia variedad metodológica para el análisis y evaluación de programas sociales, sin embargo, la realidad social en extremo compleja requiere de un pensamiento más fuerte y de poderosos instrumentos analíticos capaces de comprenderla. Por ello, la aplicación de elementos alternativos como es el caso de la teoría de la lógica difusa —y sus usos—, pueden ser muy útiles para tratar fenómenos sociales porque proveen de una comprensión abstracta y al mismo tiempo de instrumentos prácticos, con los cuales se reducen los aspectos de incertidumbre y vaguedad de las decisiones del pensamiento humano y así se orienta o, aún más, redirige la intervención social para mejorar la visión analítica en la evaluación de programas sociales.

El presente documento encuentra el sustento principal en la idea de contribuir de manera general en el conocimiento y entendimiento de la realidad social, entendiendo ésta como un marco de referencia en el que se sitúa la evaluación de política pública y en particular la de política y programas sociales.

El uso de la lógica difusa en este trabajo radica en la facultad de manejar información imprecisa e incompleta, para este caso es la evaluación del Programa Hábitat, los datos con los cuales se construyó el Índice de impacto y que son descritos posteriormente, presentaron estas características de precariedad al no encontrarse continuidad en todo el periodo de análisis, así como la imprecisión al emplear indicadores cualitativos como lo son el grado de marginación y de rezago social.

Por lo que, esta propuesta es para fines de observación, comprensión y explicación de los procesos evaluativos de políticas y programas sociales como elemento característico de la complejidad de la realidad social, sea usada la teoría de la lógica difusa, misma que mediante sus funciones de pertenencia, su aritmética difusa y el establecimiento de

los cortes difusos (que después son explicados), hagan posibles construcciones de certeza creciente bajo explicaciones operacionalizadas, de tal forma que se logren certezas prolongadas en las condiciones heterogéneas del fenómeno analizado.

Con esta finalidad se conceptualiza y contextualiza la lógica difusa y se definen sus alcances y aplicaciones al análisis social; se destacan ejemplos en los que se aplica la lógica difusa al conocimiento social, para introducir a las representaciones de los conjuntos difusos y sus expresiones matemáticas, se introduce al involucramiento de la teoría de la lógica difusa en la evaluación de política y programas públicos al presentar algunos de los beneficios del uso de esta teoría en la evaluación, demostrándolo con los resultados obtenidos en la aplicación empírica realizada al objeto de estudio, el cual fue el Programa social Hábitat.

### ***1. Elementos conceptuales de la lógica difusa***

#### *Las primeras aproximaciones*

La lógica difusa se basa en la relatividad de lo observado, permite describir y formalizar la realidad a través de modelos flexibles, contemplando la subjetividad y la incertidumbre de las valoraciones del comportamiento humano (García y Lazzari, 2000: 84).

Sin embargo, se debe aclarar que las primeras –y en la actualidad las más precisas– aplicaciones de esta teoría, han sido hechas con fines de racionalizar la toma de decisiones en el área del control y la ingeniería. Esto, aceptando el reto principal de lograr conmensurar y especificar aspectos que el pensamiento humano podría asignar a una variedad de valores numéricos y por tal razón, difícilmente cuantificables.

Zadeh, quien fue uno de los pioneros en la aplicación de esta teoría con su formalización matemática de los conjuntos difusos, considera además que la lógica del razonamiento humano no es la lógica clásica de dos valores, o incluso de varios valores, sino una lógica de verdades difusas, de conjunciones difusas, de reglas de deducción difusas (Zadeh, 1996: 423).

Lo anterior se experimenta cotidianamente, al referirnos a cualquier percepción hacemos mención a infinidad de conjuntos difusos, es decir, a “conceptos que no tienen fronteras nítidamente definidas o exactas, características que difícilmente podría tener un solo valor numérico como por ejemplo: ‘delgado’, ‘alto’, ‘pertinente’, ‘veloz’, ‘lentamente’, ‘viejo’, ‘impactante”.

El término “difuso” como adjetivo de lógica, refiere a los grados de significancia o a valores en la medición de la incertidumbre de variables lingüísticas (posteriormente se explica con detalle este concepto); para estas representaciones lingüísticas se establecen correspondencias con valores numéricos en un conjunto entre cero y uno, estos conjuntos en unión con las etiquetas lingüísticas forman pares con los que se construye una función matemática con su correspondiente dominio y contradominio, dicha función contiene los grados de significancia de las etiquetas lingüísticas mediante las cuales pueden crearse los conjuntos difusos listos para desarrollar operaciones aritméticas.

El modelo de inferencia difusa es un modo de representar conocimientos y datos inexactos a como lo hace el pensamiento humano (Jang, Mizutani y Sun, 1997. 23). El sistema de inferencia difusa es diseñado a partir de la correspondencia no lineal entre una o varias variables de entrada y una variable de salida; esto facilita una base desde la cual pueden tomarse decisiones o definir patrones que son representados por valores no exactos.

### ***1.1 Los conjuntos difusos y su representación***

#### *Expresiones matemáticas*

La representación matemática de un conjunto difuso cuando  $X$  es una colección de objetos denotados por  $x$ ,  $X=\{x_1, x_2, x_3, \dots\}$ , así un subconjunto difuso  $A$  en  $X$  es un conjunto de pares ordenados:

$$A=\{x, \mu_A(x), |x \in U\}$$

Donde  $\mu_A: [0, 1]$  es la función de pertenencia,  $\mu_A x$  es el grado de pertenencia de las variables,  $x$  y  $U$  es el dominio de la aplicación, en términos difusos es lo referente al universo de estudio, es decir, mientras más cercano sea el valor de “A” a la unidad, mayor será la pertenencia del objeto  $x$  al conjunto  $A$ .

El rango de la función de pertenencia puede ser un conjunto de números reales no negativos, aunque sea práctica general que la función de pertenencia esté definida entre 0 y 1 como  $X \mu_A(x) \rightarrow [1, 0]$ .

Cuando el universo de estudio esté configurado de forma continua o discreta serán representados respectivamente por las siguientes ecuaciones:

$$A = \int_x \frac{\mu_A(x)}{x} \quad A = \sum_{i=1}^n \frac{\mu_A(x_i)}{x_i}$$

## ***2. La teoría de la lógica difusa como instrumento de análisis para el fenómeno social***

### *Fundamentos teóricos*

Al paso del tiempo los métodos de análisis se han refinado proponiendo teorías cada vez más sólidas para el estudio de temas distributivos. La investigación de fenómenos sociales, y en específico el examen y evaluación de políticas y programas públicos, ha encontrado una elemental distinción de ser multidimensional y totalmente dinámico, pocas y cada vez menos veces explicado de forma estática y unidimensional.

Así que la incertidumbre y la indeterminación como elementos provenientes de la libertad del pensamiento y accionar de los seres humanos, son características que adjetivan perfectamente a la sociedad. Este libre pensamiento y la interacción entre cada individuo propician condiciones inmateriales como son la ética y sus reglas, las creencias, entre algunas más, esta inmaterialidad trae como consecuencia la dificultad de medir los fenómenos sociales, y que se acentúa aún más por

carecer de instrumentos de observación tan potentes como los que disponen las ciencias naturales (Uharte, 2009: 19).

La probabilidad y la estadística durante decenas de años han sido los principales elementos a los que recurre el investigador social para la estratificación y formalización del razonamiento y del conocimiento que implica la intervención para la mejora de la realidad social. Estos elementos como herramientas de la investigación social, hacen posible obtener respuestas desde una visión global, general y consensual de los problemas de investigación, asimismo permiten entender el comportamiento en condiciones de normalidad y probabilidad de ocurrencia de un suceso o acontecimiento en torno de un elemento central o inicial del comportamiento de la realidad estudiada; sin embargo, con estos instrumentos no se obtienen respuestas bajo condiciones de heterogeneidad, anómalas e irregulares (condiciones de no normalidad) que siempre se encuentran existentes; es decir, no ofrecen respuestas que conduzcan a una racionalidad proveniente de formas de explicación dinámicas que son imposibles de considerar como estáticas.

Una visión permeada de aproximaciones, difícilmente satisface las ansias de respuestas exactas de observadores de la complejidad y lo no homogéneo, que son necesarias para actuar mejor. Por ello, se explora la conceptualización del término complejidad, del cual se hace mención desde la misma perspectiva que establece García, quien menciona que:

La complejidad de un sistema no está solamente determinada por la heterogeneidad de los elementos (o subsistemas) que lo componen y cuya naturaleza los sitúa normalmente dentro del dominio de diversas ramas de la ciencia y la tecnología. Además de la heterogeneidad la característica determinante de un sistema complejo es la interdefinibilidad y mutua dependencia de las funciones que cumplen dichos elementos dentro del sistema total. Esta característica excluye la posibilidad de obtener un análisis de un sistema complejo por la simple adición de estudios sectoriales *correspondientes* a cada uno de los elementos (García, 2011: 66).



En realidad esta complejidad se encuentra no tanto en el propio objeto de estudio, sino en la forma como éste es observado. Cada forma de análisis nace de una reflexión que comprende ampliamente la imposibilidad de satisfacer los alcances infinitos de correspondencia e interdependencia entre los elementos del sistema estudiado con los elementos del entorno. Estos últimos, siempre infinitamente mayores (Amozurrutia, 2006: 121).

En consecuencia, es implacable la necesidad de una variante en la forma de observar la realidad social, una realidad que está permeada por fenómenos heterogéneos, por comportamientos cambiantes –no solamente en tiempo y espacio, sino que también en su propia lógica de comportamiento–, que son prácticamente impredecibles y siempre irrepetibles, resultan azarosos, en palabras de Munné: “La realidad en sus más diversas manifestaciones, aparece en el nuevo contexto, construida por fluctuaciones, iteraciones, borrosidad, turbulencias o torbellinos, catástrofes, fractales, bifurcaciones, actores extraños etcétera” (Munné, 1995: 2).

Estas externalidades en el conocimiento de la realidad social son motivo para emprender la búsqueda de formas de observación distintas y para aplicarlas en la investigación social, teorías y prácticas que proporcionen directrices de política y pautas de intervención sustentadas social y culturalmente, además de tecnologías, metodologías, métodos y técnicas adecuadas que hagan posible contemplar la vaguedad, subjetividad, incertidumbre y lo excesivamente cambiante de los fenómenos analizados. Nos referimos a teorías convenientemente apoyadas con conocimientos e instrumentos provenientes de otras disciplinas que puedan ser trasladados y aplicados al estudio de lo social.

En consideración de Amozurrutia, es necesario hacer una verdadera reflexión sobre el significado que se asigna al número en las conjeturas estadísticas. En virtud de la necesidad de hacer más explícita la intervención del científico o investigador, es fundamental descubrir elementos que faciliten la construcción de argumentos que propicien una continuidad objetiva y racional en las inferencias de cada investigación (Amozurrutia, 2006: 122).

### **3. Lógica difusa para la evaluación de política y programas públicos**

#### *La evaluación en el marco de los fenómenos sociales*

Los procesos de evaluación *per se* dentro del marco de la investigación social, constituyen un amplio espectro de vaguedad e incertidumbre, a partir del involucramiento y consideración de elementos característicos de estos procesos, como pueden ser: la “percepción de impactos”, los aspectos de “eficacia”, variables plenamente susceptibles a la vaguedad como es la “pertinencia”, la “calidad” de dichos programas evaluados entre algunas más.

En este contexto, el uso y aplicación de la lógica difusa en el proceso evaluativo, actuará como principal benefactor en la reducción de los aspectos de imprecisión, para que se logre acceder de manera más cierta y exacta al análisis y evaluación de cada política o programa determinado.

El objetivo principal en el manejo de modelos difusos para evaluación, será tratar los elementos imprecisos de modo sistemático, aunque no necesariamente cuantitativo, pues los elementos claves en el actuar real y de los procesos de evaluación donde intervienen beneficiados de programas y políticas, no son números sino rótulos (conceptos) que contienen clases de objetos en donde se puede calcular con mayor precisión la pertenencia de cada uno de éstos al conjunto, de forma gradual y no abrupta como en la lógica convencional.

Dos principales y elementales etapas de cada proceso de evaluación son la obtención de los datos y el correspondiente tratamiento de los mismos. En la teoría convencional de los conjuntos o lógica bivalente, la función característica de un conjunto únicamente permite corresponder a dos valores: el valor de uno —en el caso de que el elemento pertenezca al conjunto— y el valor de cero —en el caso de que el elemento no pertenezca al conjunto—. Las vastas herramientas matemáticas existentes que son utilizadas en el enfoque tradicional de tratamiento y adaptación de datos, construida a partir de la lógica bivalente, presuponen la precisión. Cuando se trabaja con problemas sencillos y bien definidos, este enfoque se adapta y, si está bien aplica-

do, genera resultados muy satisfactorios, sin embargo, para problemas complejos que pueden contener una imprecisión intrínseca, las herramientas matemáticas basadas en la lógica clásica pueden no adaptarse (Letichevsky *et al.*, 2004: 264).

Las dificultades existentes en la etapa de recopilación de datos también son significativas en la fase de tratamiento de la información, esto ocasionado por lo imprescindible que es en una evaluación establecer criterios de excelencia que sirven como parámetros para la elaboración de juicios de valor y que en realidad forman una base de reglas, generalmente fortalecidas por especialistas, que son utilizadas para verificar si un resultado atiende o no a un determinado criterio (*Ibíd.*).

Un problema frecuente en la práctica de la evaluación es la falta de consenso entre los especialistas, lo que puede generar reglas contradictorias. Estas pueden ser incorporadas a una base de reglas y tratadas de manera adecuada en el ámbito de la lógica difusa.

Entonces, tratar el problema de la imprecisión y la incertidumbre por medio de la lógica difusa es una opción que se considera bastante oportuna, pues posibilita (i) aceptar respuestas que indiquen el real entendimiento de los involucrados con relación a la atención de un determinado patrón, (ii) utilizar reglas lingüísticas fortalecidas por especialistas, y cuando sea necesario incorporar reglas contradictorias en un mismo modelo y (iii) tratar con la imprecisión intrínseca que generalmente existe en problemas complejos como puede ser el caso de procesos de evaluación.

#### ***4. Caso de estudio: Hábitat y su evaluación mediante un modelo basado en lógica difusa, los datos e indicadores***

El crecimiento demográfico en México, ha propiciado que muchos hogares pobres se hayan asentado en terrenos irregulares que no cuentan con los servicios de infraestructura básicos. Esta ocupación irregular del suelo también ha creado dificultades para el desarrollo sustentable del núcleo urbano, y ha contribuido al incremento del rezago social.

De esta forma es que en el Sistema Urbano Nacional (SUN), existen marcados contrastes entre las zonas rezagadas y las zonas privilegiadas,

lo que ha creado una división en las ciudades. Los hogares carentes de las necesidades básicas, han tendido a concentrarse en ciertas áreas urbanas, formando con ello conglomerados o polígonos de hogares pobres. Esto a partir de la idea de que la segregación socioresidencial, entendida como la limitante en el acceso de los pobres a las oportunidades que ofrecen las ciudades y zonas metropolitanas, propicia el aislamiento y favorece la transmisión intergeneracional de la pobreza.

Por lo anterior, el Programa Hábitat nace como una medida para combatir el rezago social existente en estas zonas marginadas urbanas en México. La Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), encargada de dirigir el programa desde el año 2003, cuyo objetivo ha sido de combatir la pobreza urbana mediante un modelo integral que combina acciones de mejoramiento de infraestructura básica y equipamiento de las zonas urbanas marginadas, desde el apoyo a la entrega de servicios sociales y acciones de desarrollo comunitario.

Este modelo se privilegia debido a que posibilita la concurrencia de esfuerzos y recursos de los tres niveles de gobierno; federal, estatal, y municipal. El Programa Hábitat define como su población objetivo, las zonas de Atención Prioritaria (ZAP) o polígonos, que son localidades por municipios, en los que la mayoría de los hogares están en situación de pobreza patrimonial y presentan un déficit de infraestructura y equipamiento urbano.

En este sentido, el programa constituye una iniciativa del gobierno federal que busca superar los rezagos sociales, territoriales y ambientales en las zonas urbano-marginadas. Para tal efecto, el diseño del programa se articula con los objetivos de la política social, asimismo con los de la política de desarrollo urbano.

Para la evaluación del Programa Hábitat se consideran tres etapas fundamentales, a) la primera de ellas es la identificación de la población objetivo de análisis, la cual se conformó por 344 polígonos—dichos polígonos son los que se establecen en la tabla 2—, la determinación para la selección de los polígonos de análisis del total de polígonos intervenidos, radicó en el hecho de haber cubierto el periodo 2005-2010 de forma constante bajo la participación de Hábitat, b) la segunda etapa se constituyó por la fijación de los indicadores o atributos mediante

los cuales se evaluó el impacto del Programa Hábitat y son explicados en la tabla 1:

**Tabla 1. Indicadores usados para el cálculo de índice de impacto.**

	Atributo	Variable del censo 2005 y del conteo 2010	Indicador
Indicadores de servicios para las viviendas en los polígonos	Agua potable	Porcentaje de hogares sin agua potable.	Cambio en el porcentaje de hogares sin agua potable del 2005 al 2010 (Indicador 1).
	Drenaje	Porcentaje de hogares que no cuentan con drenaje.	Cambio en el porcentaje de hogares que no cuentan con drenaje del 2005 al 2010 (Indicador 2).
	Electricidad	Porcentaje de hogares que no cuentan con electricidad.	Cambio en el porcentaje de hogares que no cuentan con electricidad del 2005 al 2010 (Indicador 3).
Indicadores de habitabilidad de las viviendas	Consolidación de la vivienda	Materiales de piso de la vivienda.	Cambio en el porcentaje de los materiales de construcción del piso de los hogares 2005 al 2010 (Indicador 4).
	Sanitario	Porcentaje de hogares que no cuentan con sanitario.	Cambio en el porcentaje de hogares que no cuentan con sanitario del 2005 al 2010 (Indicador 5).
	Hacinamiento	Número de personas de la vivienda / número de habitaciones para dormir.	Cambio en el porcentaje de hacinamiento del 2005 al 2010 (Indicador 6).

(Continúa...)

	Atributo	Variable del censo 2005 y del conteo 2010	Indicador
Indicadores de mejora para los polígonos	Marginación	indicador de marginación por polígono analizado.	Cambio en el porcentaje de marginación del 2005 al 2010 (Indicador 7).
	Rezago social	Indicador de rezago social por polígono analizado.	Cambio en el porcentaje de rezago social del 2005 al 2010 (Indicador 8).

Fuente: Elaboración propia.

c) la tercer etapa contempló el cálculo del índice de impacto como función del número total de indicadores propuestos, lo cual las fuentes de datos para obtener la información que se utilizó en la construcción de los indicadores para el cálculo del índice de impacto, es derivada de los censos de población y vivienda, a partir de una etapa comparativa entre el periodo 2005-2010, así como de información proporcionada por el Programa Hábitat.

El índice de impacto se construye a partir de la adaptación del modelo teórico propuesto por Dagum y Costa (2004), que consiste en un primer conjunto:

$$A = \{a_1, \dots, a_i, \dots, a_n\}$$

El cual representa la población objetivo de análisis, que para el presente trabajo indican los polígonos donde ha intervenido el Programa Hábitat.

Un vector de orden  $k$  que representa los atributos o indicadores mediante los que se evaluara el impacto, en este caso son los indicadores de cambio mencionados en la tabla 1:

$$Ó X = (x_1, \dots, x_j, \dots, x_k)$$

Un tercer conjunto “Z” que representa el conjunto difuso “impacto”, el cual refiere al impacto del programa, de tal forma que cualquier miembro de  $A \in Z$  representa un grado de impacto, en al menos uno de los (k) indicadores de (X).

De esta forma,  $X_{ik} = M_z(X_k(ai))$  distinguirá el grado de pertenencia al conjunto difuso (Z) del polígono (i) con respecto al atributo (k) tal que  $0 \leq X_{ik} \leq 1$ , así:

$$X_{ik} \begin{cases} 0 & \text{si el indicador es nulo} \\ 1 & \text{si el indicador se encuentra al 100\%} \\ \text{entre 0 y 1} & \text{si el indicador encuentra un valor} \end{cases}$$

Después de especificar la forma de cálculo para el grado de pertenencia de cada atributo (k) del polígono analizado (i), el siguiente paso consiste en realizar una agregación de esos valores para la determinación de la función de pertenencia  $M_z(A_i)$  de cada polígono al conjunto difuso (Z), lo que indica el nivel de impacto de cada polígono como función ponderada de los (K) atributos, es decir expresa un concepto relativo de impacto y la función se define por:

(ecu. 1)

$$X_Z(a_i) = \sum_{j=1}^n \frac{x_{ik} w_i}{w_i}$$

(ecu. 2)

$$W_i = \log \left( \frac{\sum_{i=1}^n g(a_i)}{\sum_{i=1}^n x_{ik} g(a_i)} \right)$$

Donde:  $w_i$  es el peso adjunto del atributo (k) y nuevamente  $0 \leq M_z(a_i) \leq 1$ , y:

$$M_z(A_i) \begin{cases} 0 & \text{si el polígono } i \text{ no encuentra cambio en el indicador } k \\ 1 & \text{si el polígono } i \text{ no encuentra cambio en el total de indicadores entre 0 y 1} \\ \text{Si los indicadores del polígono } i \text{ encuentra un valor} \end{cases}$$

Finalmente, el grado o tasa de impacto del total de los polígonos evaluados se calcula como una media ponderada de las funciones individuales de cada polígono perteneciente al conjunto difuso ( $Z$ )

(ecu. 3)

$$M_Z = \sum_{i=1}^n \frac{M_Z(a_i) g(a_i)}{g(a_i)}$$

Asimismo se define el grado valor  $V$  de impacto del atributo ( $k$ ) para los ( $n$ ) hogares:

(ecu. 4)

$$X_Z(a_i) = \sum_{k=1}^n \frac{x_{ik} w_k}{w_i}$$

También es posible encontrar los valores de impacto del  $k$ -ésimo indicador en el impacto total. Del índice de impacto difuso (5) y de los pesos correspondientes a cada atributo (2), la contribución absoluta del atributo ( $k$ ) al índice de impacto queda definido como:

(ecu. 5)

$$C_{M_Z}^k = \frac{M_Z(X_k) w_k}{\sum_{k=1}^n w_k}$$

Especificando el índice unidimensional del  $k$ -ésimo atributo para el  $l$ -ésimo grupo como:

(ecu.6)

$$M_Z(X_k^l) = \frac{\sum_{i=1}^{n^l} x_{ik}^l (g(a_i^l))}{\sum_{k=1}^{n^l} g(a_i^l)}$$

(ecu. 7)

$$C_{M_Z}^k = \frac{M_Z(X_k^l) w_k}{\sum_{k=1}^n w_k}$$



### ***5. Aplicación del modelo teórico basado en lógica difusa para el cálculo del índice de impacto***

La aplicación del modelo antes descrito posibilitó: (a) medir el nivel relativo de impacto en cada polígono estudiado; (b) estimar un índice promedio de impacto de toda la población de polígonos. Para calcular lo anterior, se trabajó en el software matemático Matlab, en el cual se calcularon los valores fusificados para posteriormente ingresarlos a las ecuaciones del modelo.

Mediante la ecuación (1) del modelo y empleando (2) como ponderador  $w_k$  se determina la función de pertenencia  $\mu_z(a_i)$  del conjunto de indicadores por cada polígono al conjunto “impacto”, es decir, el nivel de impacto relativo de cada polígono. Luego se calcula el índice de impacto promedio de la población total utilizando (4). Para calcular los impactos por atributo se usa (5). Para obtener el índice de impacto del  $k$  - ésimo atributo para el  $l$  - ésimo grupo se emplea (7).

De esta forma el índice de impacto para la totalidad de la población en estudio en donde intervino el Programa Hábitat es de  $\mu_z = 0.364093498$ , lo que significa que de las variaciones entre los impactos por cada polígono permitieron al programa impactar en un 36.4% como porcentaje de cambio positivo o mejora en los polígonos. La tabla 2 expone el índice de impacto para cada polígono, y su clasificación mediante seis etiquetas lingüísticas: “muy malo”, “malo”, “regular”, “bueno”, “muy bueno”, “excelente”.

Tabla 2. Valor difuso de impacto y su correspondiente etiqueta lingüística en cada polígono evaluado.

Polígonos	Aguasca- lienteses	0.26336449	Clasificacióm- nón Lingüística	muy malo	Chiapa de Corzo	0.58842702	Clasificación Lingüística	excelente	Polígonos	Lerdo	0.33201742	Clasificación Lingüística	regular
Polígonos	Calvillo	0.2419496	Clasificacióm- nón Lingüística	muy malo	Huixtla	0.62267041	Clasificación Lingüística	excelente	Polígonos	Pueblo nuevo	0.37553618	Clasificación Lingüística	bueno
Polígonos	Jesús María	0.32467594	Clasificacióm- nón Lingüística	regular	Las Margaritas	0.48081351	Clasificación Lingüística	excelente	Polígonos	Santiago papasquiario	0.30000792	Clasificación Lingüística	malo
Polígonos	Pabellón de Arteaga	0.25751036	Clasificacióm- nón Lingüística	muy malo	Motuzintla	0.6771011	Clasificación Lingüística	excelente	Polígonos	Abasolo	0.40663098	Clasificación Lingüística	bueno
Polígonos	Ensenada	0.31593204	Clasificacióm- nón Lingüística	regular	Ocosingo	0.86431522	Clasificación Lingüística	excelente	Polígonos	Acámbaro	0.33031981	Clasificación Lingüística	regular
Polígonos	Mexicali	0.37386715	Clasificacióm- nón Lingüística	bueno	Ocozacoautla de Espinosa	0.4549211	Clasificación Lingüística	muy bueno	Polígonos	San Miguel de allende	0.43737197	Clasificación Lingüística	muy bueno
Polígonos	Tecate	0.4530828	Clasificacióm- nón Lingüística	muy bueno	Palenque	0.48952645	Clasificación Lingüística	excelente	Polígonos	Celaya	0.28292585	Clasificación Lingüística	malo
Polígonos	Tijuana	0.48014048	Clasificacióm- nón Lingüística	excelente	Pichucalco	0.63839129	Clasificación Lingüística	excelente	Polígonos	Cortazar	0.34944997	Clasificación Lingüística	regular

(Continúa...)

Polígonos	Playas de Rosarito	Índice de impacto	0.54853274	Clasificación Lingüística	excelente	Polígonos	Las Rosas	Índice de impacto	0.64950509	Clasificación Lingüística	excelente	Polígonos	Dolores Hidalgo de la independencia nacional	Índice de impacto	0.45465909	Clasificación Lingüística	muy bueno
Polígonos	Comondú	Índice de impacto	0.31361408	Clasificación Lingüística	malo	Polígonos	San Cristóbal de las Casas	Índice de impacto	0.44942055	Clasificación Lingüística	muy bueno	Polígonos	Guanajuato	Índice de impacto	0.32884229	Clasificación Lingüística	regular
Polígonos	Mulegé	Índice de impacto	0.49958793	Clasificación Lingüística	excelente	Polígonos	Suchiapa	Índice de impacto	0.51225304	Clasificación Lingüística	excelente	Polígonos	Irapuato	Índice de impacto	0.33665632	Clasificación Lingüística	regular
Polígonos	La Paz	Índice de impacto	0.3989447	Clasificación Lingüística	bueno	Polígonos	Tapachula	Índice de impacto	0.37114723	Clasificación Lingüística	bueno	Polígonos	Seón	Índice de impacto	0.30412838	Clasificación Lingüística	malo
Polígonos	Los Cabos	Índice de impacto	0.4139376	Clasificación Lingüística	muy bueno	Polígonos	Teopisca	Índice de impacto	0.59382917	Clasificación Lingüística	excelente	Polígonos	Moroleón	Índice de impacto	0.25469421	Clasificación Lingüística	muy malo
Polígonos	Calkiní	Índice de impacto	0.50502823	Clasificación Lingüística	excelente	Polígonos	Tonalá	Índice de impacto	0.3128137	Clasificación Lingüística	malo	Polígonos	Pénjamo	Índice de impacto	0.39362704	Clasificación Lingüística	bueno
Polígonos	Campeche	Índice de impacto	0.33419376	Clasificación Lingüística	regular	Polígonos	Tuxtla Gutiérrez	Índice de impacto	0.36093286	Clasificación Lingüística	regular	Polígonos	Salamanca	Índice de impacto	0.35197405	Clasificación Lingüística	regular
Polígonos	Carmen	Índice de impacto	0.37024663	Clasificación Lingüística	bueno	Polígonos	Venustiano Carranza	Índice de impacto	0.62637489	Clasificación Lingüística	excelente	Polígonos	San Felipe	Índice de impacto	0.59956139	Clasificación Lingüística	excelente

(Continúa...)

Polígonos	Índice de impacto	Clasificación Lingüística	Polígonos	Índice de impacto	Clasificación Lingüística	Polígonos	Índice de impacto	Clasificación Lingüística
Chamotón	0.4385376	muy bueno	Villaflores	0.37137272	bueno	San Francisco del rincón	0.34494445	regular
Escárcega	0.37954931	bueno	Yajalón	0.31848859	regular	San José iturbide	0.47490606	excelente
Acuña	0.32181763	regular	Camargo	0.27777302	malo	San Luis de la paz	0.5210694	excelente
Allende	0.30787222	malo	Cuauhémoc	0.33211862	regular	Santa cruz de juventino rosas	0.45172336	muy bueno
Arteaga	0.43644949	muy bueno	Chihuahua	0.32658429	regular	Silao	0.42230418	muy bueno
Frontera	0.28970356	malo	Delicias	0.27078668	malo	Uriangato	0.26505995	muy malo
General Cepeda	0.33243912	regular	Hidalgo del Parral	0.27430781	malo	Acapulco de juarez	0.37403224	bueno
Monclova	0.28695661	malo	Jiménez	0.28421919	malo	Arcelia	0.30403046	malo
Piedras Negras	0.28441519	malo	Juárez	0.38618687	bueno	Atoyac de alvarez	0.4599715	muy bueno

(Continúa...)

Ramos Arizpe	0.35045087	regular	Nuevo casas grande	0.42622763	muy bueno	Coyuca de benitez	0.4049836	bueno	Clasificación Lingüística
Saltillo	0.28332266	malo	Azcapotzalcoo	0.29750996	malo	Chilapa de alvarez	0.63115755	excelente	
Torreón	0.28197481	malo	Coyoacán	0.30766921	malo	Chilpancingo de los bravo	0.30802487	malo	
Armería	0.31529548	regular	Cuajimalpa de Morelos	0.29052651	malo	Huitzoco de los figueroa	0.28938956	malo	
Colima	0.32296297	regular	Gustavo A. Madero	0.28126932	malo	Iguala de la independencia	0.22450566	muy malo	
Comala	0.46087437	muy bueno	Iztapalapa	0.26836293	malo	Ometepec	0.54342591	excelente	
Coquimatlán	0.37273797	bueno	La Magdalena Contreras	0.27509359	malo	Petatán	0.45669997	muy bueno	
Cuauhtémoc	0.35432516	regular	Miipa Alta	0.22578137	muy malo	Pungarabato	0.31667125	regular	
Manzanillo	0.35079854	regular	Álvaro Obregón	0.29267564	malo	Taxco de alarcon	0.33539899	regular	

(Continúa...)

Polígonos	Índice de impacto	Clasificación Lingüística	Polígonos	Índice de impacto	Clasificación Lingüística	Polígonos	Índice de impacto	Clasificación Lingüística
Tecomán	0.35070997	regular	Tlahuac	0.24971435	muy malo	Tecpan de galeana	0.32603434	regular
Villa de Álvarez	0.36601996	bueno	Tlalpan	0.26760628	malo	Teloloapan	0.46740228	excelente
Arriaga	0.29267537	malo	Xochimilco	0.29373377	malo	Tixtla de guerrero	0.37609711	bueno
Berriozabal	0.1697042	muy malo	Cuauhémoc	0.36874334	bueno	Tlapa de comonfort	0.58866397	excelente
Cintalapa	0.50228224	excelente	Durango	0.32061415	regular	Eduardo Neri	0.60821995	excelente
Comitán de Domínguez	0.42086245	muy bueno	Gómez Palacio	0.28441586	malo	Actopan	0.41433623	muy bueno
Cuatepec de Hinojosa	0.29996823	malo	Cuernavaca	0.37288335	bueno	Santo Domingo Tehuantepec	0.40541856	bueno
Emiliano Zapata	0.56587101	excelente	Emiliano Zapata	0.39888062	bueno	Acajete	0.34904049	regular

(Continúa...)

Polígonos	Huejutla de Reyes	Índice de impacto	0.35277969	Clasificación n- Lingüística	regular	Polígonos	Jiutepec	Índice de impacto	0.37367864	Clasificación Lingüística	bueno	Polígonos	Acatlán	Índice de impacto	0.30324973	Clasificación Lingüística	malo
Polígonos	Pachuca de Soto	Índice de impacto	0.30271385	Clasificación n- Lingüística	malo	Polígonos	Puente de Ixtla	Índice de impacto	0.25231799	Clasificación Lingüística	muy malo	Polígonos	Ajalpan	Índice de impacto	0.47941671	Clasificación Lingüística	excelente
Polígonos	Tepeji del Río de Ocampo	Índice de impacto	0.26339112	Clasificación n- Lingüística	muy malo	Polígonos	Temixco	Índice de impacto	0.34408469	Clasificación Lingüística	regular	Polígonos	Amozoc	Índice de impacto	0.25952612	Clasificación Lingüística	muy malo
Polígonos	Tizayuca	Índice de impacto	0.37402889	Clasificación n- Lingüística	bueno	Polígonos	Tlaltizapán	Índice de impacto	0.23685674	Clasificación Lingüística	muy malo	Polígonos	Atlixco	Índice de impacto	0.36659177	Clasificación Lingüística	bueno
Polígonos	Tlaxcoapan	Índice de impacto	0.27990244	Clasificación n- Lingüística	malo	Polígonos	Tlaquiltenango	Índice de impacto	0.2423284	Clasificación Lingüística	muy malo	Polígonos	Cuatlaningo	Índice de impacto	0.35947478	Clasificación Lingüística	regular
Polígonos	Tula de Allende	Índice de impacto	0.25462016	Clasificación n- Lingüística	muy malo	Polígonos	Xochitepec	Índice de impacto	0.29239177	Clasificación Lingüística	malo	Polígonos	Chalchicomula de Sesma	Índice de impacto	0.41483372	Clasificación Lingüística	muy bueno
Polígonos	Tulancingo de Bravo	Índice de impacto	0.25853353	Clasificación n- Lingüística	muy malo	Polígonos	Yautepec	Índice de impacto	0.3212242	Clasificación Lingüística	regular	Polígonos	Chignahuapan	Índice de impacto	0.47395649	Clasificación Lingüística	excelente
Polígonos	Arandas	Índice de impacto	0.39374546	Clasificación n- Lingüística	bueno	Polígonos	Zacatepec de Hidalgo	Índice de impacto	0.23071262	Clasificación Lingüística	muy malo	Polígonos	Huachuinango	Índice de impacto	0.29356622	Clasificación Lingüística	malo

(Continúa...)

Polígonos	Índice de impacto	Clasificación-nón Lingüística	Polígonos	Índice de impacto	Clasificación Lingüística	Polígonos	Índice de impacto	Clasificación Lingüística
Atotonilco el Alto	0.37962731	bueno	Acaponeta	0.28646881	malo	Huejotzingo	0.38125119	bueno
Ayotlán	0.32644006	regular	Compostela	0.33450601	regular	Izúcar de Matamoros	0.30392044	malo
La Barca	0.34860289	regular	Ixtlán del río	0.27780278	malo	Puebla	0.31491395	regular
Zapotlán el Grande	0.29996074	malo	Xalisco	0.39647637	bueno	San Andrés Cholula	0.46081029	muy bueno
Chapala	0.36252839	regular	Santiago Ixcuintla	0.24852283	muy malo	San Martín Texmelucan	0.31837271	regular
Guadalajara	0.31801395	regular	Tecuala	0.20901806	muy malo	San Pedro Cholula	0.37777226	bueno
Lagos de Moreno	0.43510274	muy bueno	Tepic	0.30145973	malo	Tecamachalcoo	0.37255797	bueno
Ocotlán	0.26829759	malo	Tuxpan	0.21092194	muy malo	Tehuacán	0.3154245	regular
Poncitlán	0.41310289	bueno	Bahía de Banderas	0.39444953	bueno	Tepeaca	0.34398441	regular

(Continúa...)



Polígonos	Índice de impacto	Clasificación Lingüística	Polígonos	Índice de impacto	Clasificación Lingüística	Polígonos	Índice de impacto	Clasificación Lingüística
Puerto Vallarta	0.35896218	regular	Anahuac	0.26957055	malo	Teziutlán	0.31502469	regular
El Salto	0.32647689	regular	Apodaca	0.29077785	malo	Xicotepec	0.38745261	bueno
San Juan de los Lagos	0.42590995	muy bueno	Cadereyta Jiménez	0.29938814	malo	Zacatlán	0.41035221	bueno
Teocaltiche	0.28123412	malo	García	0.57732723	excelente	Corregidora	0.36994859	bueno
Tepatitlán de Morelos	0.33152323	regular	San Pedro Garza García	0.29072672	malo	El Marqués	0.49260574	excelente
Tlajomulco de Zúñiga	0.52205559	excelente	Gral. Escobedo	0.292222614	malo	Querétaro	0.36771662	bueno
Tlaquepaque	0.38422407	bueno	Guadalupe	0.27682069	malo	San Juan del Río	0.36099519	regular
Tonalá	0.40962785	bueno	Juárez	0.46620865	excelente	Tequisquiapan	0.44929213	muy bueno
Tuxpan	0.33089566	regular	Linares	0.31561355	regular	Cozumel	0.38348597	bueno
Zacoalco de Torres	0.40394125	bueno	Monterrey	0.29422031	malo	Felipe Carrillo Puerto	0.72352328	excelente

(Continúa...)

Polígonos	Índice de impacto	Clasificación Lingüística	Polígonos	Índice de impacto	Clasificación Lingüística	Polígonos	Índice de impacto	Clasificación Lingüística
Zapopan	0.37523739	bueno	Sabinas Hidalgo	0.25606864	muy malo	Isla Mujeres	0.45907781	muy bueno
Apatzingán	0.34084629	regular	Santa Catarina	0.33565361	regular	Orthón P. Blanco	0.44004653	muy bueno
Hidalgo	0.29751839	malo	Santiago	0.36586555	bueno	Benito Juárez	0.52142305	excelente
Lázaro Cárdenas	0.30875357	malo	Heroica Ciudad de Huajuapán de León	0.32309614	regular	Solidaridad	0.68173559	excelente
Morelia	0.33566033	regular	Loma Bonita	0.350591	regular	Cárdenas	0.39321451	bueno
Pátzcuaro	0.29238386	malo	Matías Romero Avenidaño	0.32608923	regular	Catorce	0.56946275	excelente
La Predad	0.28932813	malo	Oaxaca de Juárez	0.3360751	regular	Ciudad Fernández	0.4335732	muy bueno
Uruapan	0.30788071	malo	San Juan Bau- tista Tuxtepec	0.37257257	bueno	Ciudad Valles	0.32172735	regular

(Continúa...)

Polígonos	Índice de impacto	Clasificaciónn- Lingüística	Polígonos	Índice de impacto	Clasificación Lingüística	Polígonos	Índice de impacto	Clasificación Lingüística
Zamora	0.28009959	malo	Santa Cruz Xoxocotlán	0.3539267	regular	Charcas	0.44294745	muy bueno
Zitácuaro	0.338243	regular	Santa Lucía del Camino	0.51132672	excelente	Ébano	0.27030215	malo
Cuautla	0.29642715	malo	Santa María Atzompa	0.71551261	excelente	Matehuala	0.27588702	malo
Moctezuma	0.40691577	bueno	Cunduacán	0.25846242	muy malo	Las Choapas	0.3932167	bueno
Rioverde	0.3964514	bueno	Emiliano Zapata	0.33768135	regular	Ixhuatlán del Sureste	0.48923962	excelente
Salinas	0.37483431	bueno	Huimanguillo	0.33337759	regular	Xalapa	0.30840142	malo
San Luis Potosí	0.2720565	malo	Jalpa de Méndez	0.41118271	bueno	Minatitlán	0.27265263	malo
Soledad de Graciano Sánchez	0.30916678	malo	Macuspana	0.30048654	malo	Orizaba	0.26575454	malo

(Continúa...)

Polígonos	Índice de impacto	Clasificación-nón Lingüística	Polígonos	Índice de impacto	Clasificación Lingüística	Polígonos	Índice de impacto	Clasificación Lingüística
Tamazunchale	0.59151759	excelente	Nacajuca	0.42101098	muy bueno	Poza Rica de Hidalgo	0.34383032	regular
Tamuín	0.51685487	excelente	Teapa	0.21803235	muy malo	San Andrés Tuxtla	0.36360649	regular
Vanegas	0.45719944	muy bueno	Tenosique	0.28162729	malo	Tierra Blanca	0.32266004	regular
Venado	0.43244608	muy bueno	Altamira	0.39339125	bueno	Tlacotalpan	0.38177154	bueno
Villa de Guadalupe	0.31273854	malo	Ciudad Madero	0.27966035	malo	Tlapacoyan	0.3645751	bueno
Villa de la Paz	0.20135188	muy malo	El Mante	0.28214637	malo	Tuxpan	0.38028548	bueno
Villa de Ramos	0.40800098	bueno	Matamoros	0.33046854	regular	Veracruz	0.36273977	regular
Zaragoza	0.4903949	excelente	Miguel Alemán	0.36766638	bueno	Yanga	0.35456269	regular
Ahome	0.32359063	regular	Nuevo Laredo	0.32853732	regular	Zaragoza	0.26578953	malo
Culiacán	0.41311966	bueno	Reynosa	0.48205954	excelente	Hunucmá	0.41654683	muy bueno

(Continúa...)

Polígonos	Índice de impacto	Clasificación n- Lingüística	Polígonos	Índice de impacto	Clasificación Lingüística	Polígonos	Índice de impacto	Clasificación Lingüística
Guasave	0.31806577	regular	Río Bravo	0.35285531	regular	Izamal	0.43536675	muy bueno
Mazatlán	0.29588032	malo	San Fernando	0.3396477	regular	Kanasín	0.66713813	excelente
Salvador de Alvarado	0.27974559	malo	Tampico	0.28334139	malo	Mérida	0.35986082	regular
Navolato	0.49493094	excelente	Valle Hermoso	0.31209871	malo	Motul	0.33404532	regular
Agua Prieta	0.29540846	malo	Victoria	0.30441914	malo	Progreso	0.34054217	regular
Caborca	0.3410695	regular	Apetatitlán de Antonio Carvajal	0.29674337	malo	Ticul	0.39395809	bueno
Cajeme	0.31167448	malo	Apizaco	0.27179797	malo	Tizimín	0.30104779	malo
Cananea	0.26572915	malo	Calpulalpan	0.37287638	bueno	Umán	0.40539291	bueno
Empalme	0.2628445	muy malo	Chiautempan	0.31427695	malo	Valladolid	0.42259809	muy bueno
Guaymas	0.25512023	muy malo	San Pablo del Monte	0.35372722	regular	Fresnillo	0.33877949	regular

(Continúa...)

Polígonos	Índice de impacto	Clasificaciónn- ón Lingüística	Polígonos	Índice de impacto	Clasificación Lingüística	Polígonos	Índice de impacto	Clasificación Lingüística
Hermosillo	0.32644698	regular	Santa Cruz Tlaxcala	0.39727475	bueno	Guadalupe	0.32446014	regular
Huatabampo	0.41150176	bueno	Tlaxcala	0.33796396	regular	Jerez	0.24421246	muy malo
Magdalena	0.30781778	malo	Totolac	0.29344689	malo	Loreto	0.32107463	regular
Navjoa	0.32889977	regular	Zacatelco	0.28650505	malo	Nochistlán de Mejía	0.31250807	malo
Nogales	0.36039876	regular	La Magdalena Tlalnelulco	0.39881759	bueno	Ojocaliente	0.3857667	bueno
Puerto Peñasco	0.26331881	muy malo	Alvarado	0.30071311	malo	Río Grande	0.32615578	regular
San Luis Río Colorado	0.27144921	malo	Banderilla	0.48627987	excelente	Sombrerete	0.32755543	regular
Benito Juárez	0.34746412	regular	Boca del Río	0.2905828	malo	Valparaíso	0.38553391	bueno
Cárdenas	0.27272303	malo	Coatzacoalcos	0.26256959	muy malo	Zacatecas	0.28647096	malo
Centro	0.31537141	regular	Coatzintla	0.39382829	bueno			

Fuente: Elaboración propia.

## *Conclusiones*

La evaluación del Programa Hábitat a través de los elementos propuestos en las formas metodológicas establecidas, distinguió los siguientes hallazgos: en términos lingüísticos el impacto del programa resultó ser bueno, esto a partir de una gama de alternativas que la metodología basada en la lógica difusa facultaba asignar, es decir, el valor del indicador de impacto para la totalidad de la población en estudio en donde intervino el Programa Hábitat es de  $\mu z = 0.364093498$ , este valor cuantitativamente indica que de las variaciones posibles entre los impactos por cada polígono evaluado permitieron al programa impactar en un 36.4% como porcentaje de cambio positivo o mejora en los polígonos.

Es de relevancia mencionar que la etiqueta de impacto “bueno”, del impacto del programa en los polígonos de intervención, proviene directamente de la metodología aplicada y no de juicios de valor, es decir, la estructura metodológica que se construyó para la evaluación de impacto, consistía en direccionar el índice de impacto calculado hacia una calificación del mismo y esto es de los beneficios directos que aportó la propuesta metodológica de esta investigación.

Se comprueba que la teoría de la lógica difusa y su aplicación matemática de los conjuntos difusos, son de gran utilidad para la comprensión de fenómenos de decisión política y aplicación práctica dirigida al bienestar y el interés social; además, se comprueba que la metodología y procedimiento elegidos son los adecuados para arribar a conclusiones significativas en este campo de estudio de la política social desde la lógica difusa, por lo que en síntesis, se propone la generalización de su adopción desde los más altos estándares académicos, del rigor científico de estas formas de realizar evaluación de impacto, de su integración transdisciplinaria en nuevos lenguajes del conocimiento económico social y cultural, y en especial de sus aplicaciones para aumentar el grado de certeza en las decisiones y realizaciones de política social; así como para evaluar el desempeño y redireccionar acontecimientos de interés político para la gestión pública.

Entonces, la teoría de conjuntos difusos resulta ser un instrumento útil no sólo para medir, sino también para aplicar y evaluar la política pública.

### **Referencias bibliográficas**

- Amozurrutia (2006). “Lógica difusa y redes neuronales aplicadas a las Ciencias Sociales: un reto a la práctica interdisciplinaria”, en: *Jornadas anuales de investigación 2005*, CEIICH, UNAM, México.
- Dagum C., Costa M. (2004). *Analysis and measurement of poverty. Univariate and multivariate approaches and their policy implication. A case of study: “Italy.”* Springer Link.
- Feixas, G. y Cornejo, J. (1996). *Manual de la técnica de la rejilla mediante el programa RECORD, 2.0*, Paidós, Barcelona.
- García, R. (2011). From Planning to Evaluation. A System Approach to Agricultural Development Projects. IFAD report, núm. 0341.
- García, P. Lazzari L. (2000). “La evaluación de la calidad en la universidad.” *Cuadernos del CIMBAGE*, núm. 003, Universidad de Buenos Aires, Red de revistas de América Latina y el Caribe, España y Portugal.
- Quesada Gil (1990). “La teoría de los conjuntos borrosos en la medición escolar.” Tesis doctoral. Departamento Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación. UB, Barcelona.
- Jang, J., Mizutani, E. y Sun, C. (1997). *Neuro-fuzzy and soft computing: A computational approach to learning and machine intelligence*. Prentice Hall, New York.
- Lynch, Horacio, M. y Vassolo Roberto (1993). “Medición de la seguridad jurídica. Planteo de un método o test de medición de la seguridad jurídica en relación con el crecimiento económico, aplicación de la teoría de los conjuntos borrosos.” xxvii Reunión Anual de Asociación Argentina de Economía Política Tucumán. República Argentina.
- Letichevsky (2004). “La categoría precisión en la evaluación y en la meta evaluación: aspectos prácticos y teóricos”, en: *Conferencia de Relac.*, 1, 2004, Lima. Trabajo presentado, Lima.



- Morales R. M. A. (2008), “La teoría de conjuntos difusos como una opción para medir la pobreza: el caso mexicano”, *El trimestre Económico*, 299. Pp. 641-662.
- Munné, F. (1995) “Las teorías de la complejidad y sus implicaciones en las ciencias del comportamiento”, *Revista Interamericana de Psicología*, 29, 1. Pp. 1-12.
- Uharte Poza, L. M. (2009). “Política social en Venezuela: un nuevo paradigma?” Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Ciencias Políticas y Sociología, Departamento de Ciencias Políticas y de la Administración.
- Zadeh L. A. (1996). “Nacimiento y evolución de la lógica difusa, el soft computing y la computación con palabras: un punto de vista personal”, en: *Psicothema*, 8, 2. Pp. 421-429.

---

## RESUMEN

Se desarrolla un análisis de recursividad estructural tomando como base la teoría de la inexistencia del mercado de trabajo (TIMT). Para lo cual, se incorpora trabajo especializado en el modelo básico de la TIMT, en particular en la organización interna de las empresas, de ahí que la producción sea posible mediante dos especialidades del trabajo indispensables para producir la gestión y la manufactura. Se demuestra que si el diferencial salarial que resulta de las distintas remuneraciones a las diferentes especialidades no se modifica, el desempleo en el subsector de los trabajadores-gestión lo genera en el subsector de los trabajadores-manufactura; para restaurar el pleno empleo en el último subsector mencionado, se requiere que el diferencial salarial se incremente. Además, se muestra que la existencia de desempleo en el subsector de los trabajadores-manufactura, la ocasiona en el subsector de los trabajadores-gestión.

*Palabras clave: trabajo especializado, diferencial salarial, organización empresarial.*

## ABSTRACT

It develops a structural recursion analysis with specialized work under the theory of inexistence of the labour market (timt). This paper incorporates specialized work in the internal organization of firms, thus the production is made possible by two specialties necessary to produce: management and manufacturing. It is shown that if the wage differential resulting from the different wages to different specialties is unchanged, unemployment in the management workers generates unemployment in the manufacturing workers, to restore full employment in the last mentioned, it is required that the wage differential increases. Furthermore, it is shown that the existence of unemployment in the manufacturing workers, creating unemployment in the management workers.

*Key words: Specialized Work, Wage Differential, Entrepreneurial Organization*

# Análisis de recursividad estructural con trabajo especializado en la teoría de la inexistencia del mercado de trabajo

Structural recursion analysis  
with specialized work  
under the theory of inexistence  
of the labour market

---

*Juan Roberto Vargas Sánchez*<sup>1</sup>

---

- 
- 1 Nacionalidad: Mexicana. Grado: Doctor en Economía. Especialización: Teoría económica. Adscripción: Profesor-investigador de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Área académica de Economía. Correo electrónico: jrvs14@hotmail.com

Fecha de recepción: 13 de marzo de 2013  
Fecha de aceptación: 2 de agosto de 2013

## 1. Introducción

La teoría de la inexistencia del mercado de trabajo (TIMT) surge como una crítica a la teoría neoclásica del productor. Las dos hipótesis fundamentales de la TIMT se encuentran en la teoría de la empresa, la primera postula que el productor maximiza la tasa de beneficios en lugar de la masa de ganancias como lo hace la tradición neoclásica; la segunda hipótesis versa sobre la existencia de costos de organización positivos para la empresa representativa. El argumento de tales costos está en el trabajo que se requiere para la organización de las empresas, es decir, es condición necesaria destinar una cantidad de trabajo para que la empresa exista e inicie actividades. Así, las dos hipótesis se hacen operativas en la función objetivo y en la restricción técnica respectivamente.

En el modelo básico de la TIMT, el trabajo como factor de la producción es abstracto, no obstante a partir de la tecnología de producción que en dicha teoría se propone, es posible enunciar la composición interna de trabajo especializado en las empresas, ya que incluye en dicha tecnología a la organización. De esta forma, se abre la posibilidad de incorporar al análisis trabajo concreto, específicamente trabajo especializado. Cabe mencionar que este tipo de trabajo se define por las funciones que ejecuta, por ello en este documento el trabajo es homogéneo en su naturaleza pero heterogéneo en sus funciones.

En la TIMT se demuestra que el salario es una variable distributiva que se negocia entre empleado y empleador, y representa la participación de los trabajadores en el producto social. Sin embargo, debido a que los distintos tipos de trabajo son remunerados de diferente modo —como señalan Smith, 1776; Ricardo, 1821 y Marx, 1867—, al incorporar trabajo especializado al análisis, se hace necesario ampliar la propia TIMT para advertir las relaciones que guardan entre sí las diferentes remuneraciones para cada especialista que añade trabajo en la producción.

El objetivo de este documento consiste en realizar una ampliación a la TIMT mediante la incorporación de trabajo especializado en la organización de las empresas. Los principales resultados que se al-

canzan con dicha ampliación, son las demostraciones de las siguientes proposiciones: 1. Si el diferencial salarial no se modifica, el desempleo en el subsector de los trabajadores-gestión genera desempleo en el subsector de los trabajadores-manufactura, para restaurar el pleno empleo en el último subsector mencionado, se requiere que el diferencial salarial se incremente; 2. La existencia de desempleo en el subsector de los trabajadores-manufactura, genera desempleo en el subsector de los trabajadores-gestión.

El documento se organiza de la siguiente forma, en la segunda sección se amplía la teoría del productor de la TIMT; en la tercera sección mediante la restricción presupuestal se caracteriza a dos tipos de consumidores-especialistas; en la cuarta sección se muestra el equilibrio macroeconómico; en la quinta se desarrolla un análisis de recursividad estructural y se expone que las variaciones en algún subsector del sector laboral afectan a todo el sistema. Finalmente se hace acopio de las conclusiones.

## ***2. Teoría de la empresa con trabajo especializado en el marco analítico de la TIMT.***

En la literatura que aborda el tema de la especialización del trabajo destaca el marco analítico de la economía inframarginal.<sup>1</sup> La forma en que incorporan a la organización en la tecnología de producción es mediante la figura de un administrador. En su propuesta de teoría de la empresa contenida en Yang (2003), las firmas se integran con dos

---

1 La aproximación teórica de la economía inframarginal tiene como base tanto el estudio de la especialización del trabajo como la división social del trabajo. Las decisiones inframarginales son las actividades económicas que se elige desarrollar, y las marginales son las decisiones sobre las asignaciones de los recursos dado el conjunto de actividades económicas elegidas. Por lo que, las decisiones inframarginales configuran la forma como se organiza la economía en especializaciones laborales. El análisis inframarginal consiste en el estudio de las redes de intercambio que resultan de las decisiones de especialización, cómo se han asignado los recursos, y un análisis global costo-beneficio producto de tales decisiones. Es así que, para esta aproximación las decisiones de especialización establecen el fundamento de su marco analítico. Para profundizar en el tema, véase Yang, X. y Ng, Y. (1993), Yang y Ng. (1998), Yang, X. (2003), Cheng y Yang (2004).

agentes especializados, un administrador que aporta servicios gerenciales, mismos que constituyen un bien intermedio, y un trabajador que produce el bien final.<sup>2</sup> Si bien, las empresas emergen a partir de la especialización y la evolución de la división del trabajo,<sup>3</sup> se reconoce el acierto metodológico de dicha teoría al proponer a la organización del proceso productivo como un bien intermedio suministrado por un *manager* propietario de la empresa; sin embargo, se considera que se comete un error metodológico en dicha aproximación al concebir al salario como el precio que vacía el mercado de trabajo, que por otro lado se ha demostrado inexistente.<sup>4</sup>

A continuación se desarrolla una extensión al modelo básico de la TIMT mediante la incorporación de trabajo especializado. Para lo cual, se asume que las empresas son propiedad de los consumidores, algunos de ellos se especializan en la manufactura y otros en la gestión. De la asociación de dichos consumidores, emergen las empresas como núcleo de confluencia y realización de las habilidades diferenciadas del trabajo. Se asume que los especialistas en gestión, dirigirán y organizarán a las empresas y se le denominará empresarios. En esta investigación, el empresario se distinguirá por dos características: el espíritu empresarial y la capacidad de organizar el trabajo de diferentes agentes especializados con el fin de producir.

El espíritu empresarial engloba la habilidad para identificar oportunidades de negocio, la disposición a tomar riesgos y la destreza para crear algo nuevo, sea esto un producto, servicio o forma de organización, con el fin de mantener o elevar la rentabilidad de la empresa. La capacidad de organización se refiere a cómo combinar los recursos con los que cuenta la firma para que alcancen su óptimo desempeño; en el caso que nos ocupa, en la aptitud y sensatez de articular el trabajo de diferentes seres humanos especializados.

Si se toma en cuenta que la organización interna de las empresas se compone por diferentes especialistas, desde la configuración de las

---

2 Véase Yang, X. (2003, cap. 8).

3 Véase Yang, X. (2003, cap. 8) y Yang, X. y Ng., Y.-K. (1995).

4 Véase Noriega (2001).

mismas el trabajo se desagrega en especialidades, es decir, la producción es posible mediante la especialización de funciones. Noriega (2001), al introducir a la organización como elemento indispensable en la definición de tecnología, realiza una innovación y aporta un componente social en los procesos productivos, mismo que está ausente en la teoría neoclásica en la que la tecnología sólo se concibe como ingeniería. Si se supone que los trabajos especificados por la técnica requieren especialización, organizar a una empresa constituirá en sí una especialidad, esto significa que el trabajo especializado que se destina a dicha actividad es diferente al utilizado en la ingeniería. Por ello, en este modelo el empresario se especializa en la gestión y el especialista en manufactura en el proceso de producción física del bien que se ofrece en el mercado.

### *2.1 Especialización del trabajo*

En las empresas el trabajo es especializado: hay un trabajador encargado de gestionar la empresa, es decir, de dirigirla y organizarla, y un trabajador cuyo trabajo es destinado al proceso de producción física. El primero de los agentes se denomina empresario y es quien decide qué, cómo, cuánto, cuándo, para qué y para quién producir. Entonces el empresario aporta a la empresa los conocimientos organizacionales y de comercialización, de ahí que sea el diseñador y administrador de la tecnología blanda utilizada en la firma.

#### a) Función objetivo

Los empresarios materializan su conocimiento trabajando como gestores de su empresa, y los trabajadores especializados en manufactura ejerciendo su especialidad. Ambos agentes perciben salarios y beneficios, los primeros corresponden al ingreso corriente que devengan por la fuerza de trabajo que imprimen en el proceso productivo y que concierne a su participación sobre el valor anticipado de la producción, y los segundos por los derechos de propiedad que les corresponden debido a que se asumió que los consumidores son dueños de las empresas.

En este modelo al igual que en la timt, el salario nominal de los especialistas en manufactura está de manera exógena determinado por la negociación, pero el salario del gestor –como se apreciará en el equilibrio macroeconómico– se define de forma endógena por el sistema. El salario de los gestores no es sujeto de negociación; no obstante, su asignación no es arbitraria. Por otro lado, el capital es la retribución al trabajo especializado, de ahí que el capital se exprese mediante el costo que enfrenta el empresario para producir. Por tanto, el capital está dado por las relaciones de producción:5 trabajo especializado asalariado y propiedad privada de los medios de producción. Por razón de tal costo, el empresario calcula su tasa de ganancia; entonces, el empresario tiene como objetivo lograr la máxima tasa de ganancia resultante de cada unidad de recursos destinados a la producción, definiendo a la ganancia como:

$$\Pi = PQ_o - (w_q T_{dq} + w_g T_{dg}) \quad (1)$$

En la ecuación (1),  $P$  es el precio nominal del único bien que existe en la economía,  $W_q$  el salario nominal que remunera al trabajo especializado en la manufactura del bien final,  $W_g$  el salario nominal que remunera al trabajo especializado en la gestión,  $Q_o$  la cantidad ofrecida de producto,  $T_{dq}$  el tiempo demandado de trabajo del especialista en la manufactura del bien final y  $T_{dg}$  el tiempo demandado de trabajo del gestor.

Al igual que en la teoría del productor de la TIMT, se define a la masa de beneficios como la aplicación de una tasa de beneficio al volumen total de recursos utilizados para producir, entonces:

$$\Pi = \pi(w_q T_{dq} + w_g T_{dg}) \quad (2)$$

Si se sustituye (2) en (1) y se despeja  $(1 + \pi)$  resulta:

---

5 Véase Noriega (2001, cap. 2).



$$(1 + \pi) = \frac{PQ_0}{(w_q T_{dq} + w_g T_{dg})} \quad (3)$$

El lado derecho de la ecuación (3) es el producto medio en términos de valor. Debido a que los empresarios son precio aceptantes, para obtener la máxima tasa de ganancia dependen de la elección que realicen de  $(Q_0, T_{dq}, T_{dg})$ , los salarios reales vigentes. Cabe mencionar que la producción estará sujeta a las restricciones impuestas por la tecnología disponible.

Ahora se cuenta con los elementos para formular la primera hipótesis sobre la conducta de los empresarios:

#### Hipótesis 1: Función objetivo

En las empresas coexisten dos especialidades del trabajo: aquella destinada al proceso de producción física y la encargada de la gestión de la empresa. Los empresarios proceden racionalmente cuando emplean ambas especialidades en la proporción óptima para obtener la máxima tasa de beneficio, sujetos a las restricciones que les impone la tecnología disponible.

#### b) Restricción técnica

Sea la tecnología la relación entre la gestión y la ingeniería que posibilita la producción. La tecnología blanda es el desarrollo de procesos y competencias administrativas, son los conocimientos organizacionales y de comercialización, en términos generales es el *know how* del negocio. La gestión es la materialización de la tecnología blanda que el empresario aporta al proceso productivo, al menos abarca dos componentes. Por un lado, es la capacidad de la empresa como organización para atender más relaciones de compra y venta que un agente individual, lo cual implica utilizar una cantidad positiva  $T^*$  de trabajo del gestor para que la empresa exista como organización (planeación); a esa cantidad de trabajo corresponde nivel nulo de producto, por ejemplo, en la elaboración del plan de negocio. Por otro lado, es la coordi-

nación del equipo de trabajo que constituye la empresa (dirección); en consecuencia, a la primera unidad de trabajo utilizada superior a  $T^*$ , le corresponde nivel positivo de producto. Así, una característica de este proceso de producción es el trabajo en equipo: la continua dirección del gestor para sistematizar los esfuerzos de los especialistas en manufactura ( $T_{dg}$ ), y la eficacia en la ejecución de los procesos de producción física de los mismos ( $T_{dq}$ ).

De modo que la función de producción será:

$$Q_O = T_{dq}^\alpha (T_{dg} - T^*)^\beta \quad (4)$$

Hipótesis 2: Restricción técnica de las empresas

La producción se genera mediante la coordinación del volumen de trabajo empleado directamente en el proceso de producción física, y el volumen de trabajo empleado en la planeación-dirección de la empresa. Debido a que en las economías de mercado hay costos de organización positivos ( $T^*$ ) (planeación), a este volumen de trabajo le corresponde nivel nulo de producto, pero al trabajo empleado por encima de éste, le corresponde una magnitud positiva de producto (dirección).

### c) Cálculo del empresario

El cálculo del empresario se deriva de las hipótesis antes expuestas:

$$\text{Max}(1 + \pi) = (PQ_O) (w_q T_{dq} + w_g T_{dg})^{-1} \quad (3a)$$

$$\text{s. a.} \quad Q_O = T_{dq}^\alpha (T_{dg} - T^*)^\beta \quad (4)$$

$$\text{con} \\ 0 < \alpha, \beta < 1; \alpha + \beta < 1 \text{ y } \alpha < \beta, * (T_d - T^*) > 0.$$

Si se realiza la maximización se llega a las siguientes condiciones de equilibrio:

$$\frac{\beta}{\alpha} \frac{T_{dq}}{(T_{dg} - T^*)} = \frac{w_g}{w_q} \quad (5)$$

$$\beta \frac{T_{dg}}{(T_{dg} - T^*)} + \alpha = 1 \quad (6)$$

$$Q_0 = T_{dq}^\alpha (T_{dg} - T^*)^\beta \quad (4)$$

La primera condición (5) es la igualdad entre la relación marginal de sustitución técnica y el cociente de los salarios nominales; la segunda indica que el empresario maximizará en el punto de la isocuanta que se determina en (5), en el que la suma de las elasticidades de los factores se iguale con la unidad, es decir, en (6) se muestra que el productor demandará trabajo hasta que la suma de las elasticidades trabajo-gestión-producto y trabajo-manufactura-producto se iguale con la unidad, entonces, desde las condiciones de equilibrio del productor se puede adelantar que, a diferencia de los resultados habituales de la teoría neoclásica, el empresario no demandará más trabajo si el salario disminuye, es decir, la relación inversa entre salario y nivel de empleo que se confirma sistemáticamente en la teoría neoclásica, no se sostiene en el marco analítico TIMT. Finalmente, la tercera condición señala que el equilibrio maximizador de los productores se verificará en la frontera de posibilidades eficientes de producción (4).

Si se soluciona el sistema conformado por las condiciones de equilibrio, se arriba a las funciones de demanda de trabajo de cada especialista y a la oferta de producto:

–Demanda de trabajo especializado en manufactura:

$$T_{dq} = \left( \frac{\alpha}{1 - \alpha - \beta} \right) \frac{w_g}{w_q} T^* \quad (7)$$

–Demanda de trabajo especializado en gestión:

$$T_{dg} = \left( \frac{1-\alpha}{1-\alpha-\beta} \right) T^* \quad (8)$$

–Oferta de producto:

$$Q_O = \alpha^\alpha \beta^\beta \left( \frac{w_g}{w_q} \right)^\alpha \left( \frac{T^*}{1-\alpha-\beta} \right)^{\alpha+\beta} \quad (9)$$

La ecuación (7) muestra que la demanda de trabajo especializado en manufactura derivada del cálculo del empresario, depende de los costos de organización y del cociente de los salarios relativos nominales. Cabe señalar que para el empresario individual tanto el cociente de los salarios relativos nominales como los costos de organización son un dato.

La ecuación (8) indica que la demanda de trabajo del gestor resulta independiente del cociente de los salarios relativos nominales, únicamente se explica por los costos de organización, es decir, para el gestor el incremento en los costos de organización le demandará más horas de trabajo propio y de los otros especialistas. Hay que mencionar que a medida que el mercado crece, las exigencias sobre la gestión de las empresas también se incrementa, es decir, la relación entre el tamaño del mercado y la magnitud de  $T^*$  es positiva (Noriega 2001). La ecuación (9) indica que la oferta del producto es independiente de los precios, positiva del tamaño del mercado y del cociente de los salarios relativos nominales.

### ***3. Teoría de los consumidores en la TIMT con trabajo especializado***

De acuerdo con la teoría de la empresa con especialización del trabajo expuesta en la sección anterior, las empresas se integran con

dos agentes de diferente especialidad: aquellos que trabajan en el proceso de producción física y los que trabajan en la gestión de la empresa. No obstante, todos son consumidores que buscan su máximo bienestar mediante el consumo y el ocio sujetos a las posibilidades de financiamiento que sus ingresos derivados de su especialización les permite. Se asume que ambos tipos de consumidores tienen las mismas preferencias y función objetivo; sin embargo, se distinguen por su restricción presupuestal debido a que la composición de los flujos financieros de cada especialidad contiene diferentes salarios correspondientes a su oficio.

### 3.1 Consumidores especialistas

Se trata de agentes maximizadores de una función de utilidad tipo Cobb-Douglas sujetos a su restricción presupuestal. Los argumentos de dicha función son consumo de producto y ocio ( $q_{di}, S$ ), respectivamente; entonces el cálculo económico del consumidor-especialista  $i$  cuando  $i = q, g$  será:

$$\text{Max } U = q_{di}^{\gamma} S^{\delta} \quad (10)$$

$$\text{s.a } (1 + \pi) w_i T_{oi} = P q_{di} \quad (11)$$

con  $\gamma, \delta > 0$ .

Donde  $S = (\tau - T_{oi}), S > 0$  es el tiempo demandado para ocio y el parámetro  $\tau > 0$  es una dotación inicial que corresponde al tiempo máximo biológicamente disponible para trabajar del que dispone el consumidor  $i$ . El lado izquierdo de (11) representa la totalidad de los ingresos del consumidor  $i$  y el derecho a sus gastos;  $P$  es el precio nominal del único bien que existe en la economía,  $w_i$  es el salario nominal que remunera al trabajo especializado del consumidor  $i$  cuando  $i = q, g$ ;  $T_{oi}$  es el tiempo ofertado de trabajo del consumidor  $i$ . De acuerdo con sus planes de consumo a los precios vigentes, cada agente decide la cantidad de  $t$  que ofrece al sector laboral.

Como resultado de la maximización, las condiciones de equilibrio del consumidor  $i$  son las siguientes:

$$\frac{\delta q_{di}^\gamma (\tau - T_{oi})^{\delta-1}}{\gamma q_{di}^{\gamma-1} (\tau - T_{oi})^\delta} = (1 + \pi) \frac{w_i}{P} \tag{12}$$

$$(1 + \pi) w_i T_{oi} = P q_{di} \tag{11}$$

La condición (12) es la igualdad entre el costo objetivo del consumidor  $i$  cuando  $i = q, g$ , y la relación marginal de sustitución de consumo por ocio. La condición (11) es su restricción presupuestal. Resolviendo el sistema formado por (11) y (12), se llega a las funciones de demanda de producto y oferta de trabajo:

–Demanda de producto:

$$q_{di} = \left(\frac{\gamma}{\delta + \gamma}\right) (1 + \pi) \frac{w_i \tau}{P} \tag{13}$$

–Oferta de trabajo:

$$T_{oi} = \left(\frac{\gamma}{\delta + \gamma}\right) \tau \tag{14}$$

Las ecuaciones (13) y (14) expresan los planes óptimos de compras y ventas para cada nivel de precios e ingresos del consumidor  $i$ . Así, en (13) se observa que dadas las preferencias y la dotación inicial, la demanda de producto es una función directa de sus ingresos. Por lo tanto, el consumidor  $i$  cuando  $i = q, g$ , demandará más producto a medida que se incrementen tales ingresos. La ecuación (14) indica que la oferta de trabajo del consumidor  $i$  es inelástica, entonces cualesquiera que sean sus ingresos, la oferta de trabajo del consumidor  $i$  una vez que sea ponderada por sus gustos y preferencias, será la máxima; esta inelasticidad de la oferta de trabajo es un resultado de la TIMT<sup>6</sup> y se verifica en un modelo con especialización del trabajo. Ninguno de los consumidores elabora sus planes de oferta de trabajo siguiendo la se-

---

6 Véase Noriega (2001, cap. 2, pp. 73-75 y 3, pp. 109-115).

ñal de algún precio. A cualquier salario, ambos consumidores estarán dispuestos a ofrecer la totalidad de su capacidad de trabajo.

#### ***4. Equilibrio general***

A continuación se establecen las condiciones de equilibrio macroeconómico para determinar los niveles de producción y precios de equilibrio. Se tiene un mercado de producto y un sector laboral que a su vez se divide en dos subsectores: el de los trabajadores-gestión y el de los trabajadores-manufactura. Por definición, la demanda agregada es la suma de las demandas individuales de cada consumidor, entonces:

$$Q_d = q_{dq} + q_{dg} \quad (15)$$

Nótese que el análisis sólo corresponde al de pleno empleo y presenta las limitantes propias de una economía cerrada, por ello las condiciones de equilibrio macroeconómico son:

–Mercado de Producto:

$$(Q_d - Q_o) = 0 \quad (16)$$

–Sector laboral:

–Subsector trabajadores-gestión,

$$(T_{dg} - T_{og}) = 0 \quad (17)$$

–Subsector trabajadores-manufactura,

$$(T_{dq} - T_{oq}) = 0 \quad (18)$$

Si se sustituye (13) en (15) para cada consumidor  $i$ , y a su vez (9) y (15) en (16); por otro lado, si se remplace (8) y (14) en (17) para el agente  $g$ , y se sustituye (7) y (14) en (18) para el agente  $q$ , se obtiene el siguiente sistema:

$$\left(\frac{\varrho+\lambda}{\lambda}\right) (1+\omega) \frac{b}{M^{\delta+\gamma}} + \left(\frac{\varrho+\lambda}{\lambda}\right) (1+\omega) \frac{b}{M^{\delta+\gamma}} - \alpha_{\alpha} \beta_{\beta} \left(\frac{m^d}{m^g}\right)_{\alpha} \left(\frac{1-\alpha-\beta}{\lambda_{\beta}}\right)_{\alpha+\beta} = 0 \quad (19)$$

$$\left(\frac{1-\alpha}{1-\alpha-\beta}\right) T^{\otimes} - \left(\frac{\gamma}{\delta+\gamma}\right) \tau = 0 \quad (20)$$

$$\left(\frac{\alpha}{1-\alpha-\beta}\right) \frac{w_g}{w_q} T^{\otimes} - \left(\frac{\gamma}{\delta+\gamma}\right) \tau = 0 \quad (21)$$

Se trata de un sistema con tres ecuaciones y cuatro incógnitas, estas últimas son los costos de organización ( $T^{\otimes}$ ), la tasa de ganancia ( $\pi$ ) y cada uno de los salarios nominales que remunera a cada especialista. De esta forma, el número de ecuaciones no logra resolver la totalidad de las incógnitas; no obstante, no se trata de un problema de inconsistencia del modelo (Noriega, 2001). Más aún, de acuerdo con Noriega (2001 p. 77) "... el salario ha sido una variable cuya magnitud se resolvía fuera del sistema; se trataba de una variable distributiva, negociada por trabajadores y capitalistas..." En este sentido, a lo largo de esta investigación se ha propuesto que el salario nominal de los trabajadores manufactura se negocia con el empresario.

Tal negociación ocurre por la diferenciación de los agentes respecto a la autoridad y control de la firma. Si bien, las empresas son organizaciones de distintos trabajadores, existe una relación asimétrica entre ellos; los trabajadores manufactura negocian *ex ante* una parte de su participación en el producto social, y una vez acordada dicha participación en términos de salarios, se configuran las empresas. De no haber acuerdo entre los distintos actores no habrá firmas. Así, la negociación salarial es un proceso ajeno a los mercados, propio de las instituciones e indispensable en la conformación de las empresas; el salario no es un precio que se resuelve en un mercado particular como ampliamente se documenta y demuestra en la TMT.



Por otro lado, para resolver el sistema, de la ecuación (20) se despeja para  $T^*$  y se arriba a:

$$T^* = \left(\frac{\gamma}{\delta + \gamma}\right) \tau \left(\frac{1 - \alpha - \beta}{1 - \alpha}\right) \quad (22)$$

Si se sustituye la ecuación (22) en (21), y debido al argumento vertido líneas arriba, sea  $w_q > 0$  la representación de la magnitud negociada del salario nominal de los especialistas en manufactura, además si se sustituye tal magnitud en (21), y se despeja para el salario nominal de los trabajadores-gestión se tiene que:

$$w_g = \left(\frac{1}{\alpha} - 1\right) w_q \quad (23)$$

La ecuación (23) muestra que el salario nominal de los trabajadores-gestión es función directa del salario nominal de los trabajadores manufactura.

Por otro lado, si se sustituye (22) y (23) en (19), y se despeja para la tasa de ganancia, resulta:

$$(1 + \pi) = \alpha \left(\frac{\beta}{1 - \alpha}\right)^\beta \left(\frac{\gamma \tau}{\delta + \gamma}\right)^{\alpha + \beta - 1} \left(\frac{w_q}{P}\right)^{-1} \quad (24)$$

La ecuación (24) indica que la tasa de ganancia es función inversa del salario real de los especialistas en manufactura.<sup>7</sup> Dada la negociación salarial, los trabajadores-manufactura conocen una parte de su participación del producto social, y así, están al tanto de lo que al menos recibirán por asociarse con los trabajadores-gestión; la otra parte se revelará hasta la realización del producto y, con ella, el reparto de los beneficios a la totalidad de los hogares. Entonces, los ingresos totales de cada tipo de trabajador se manifestarán por la multiplicación entre la tasa de ganancia y el salario propio de cada especialidad.

<sup>7</sup> Si la sustitución se realiza con respecto al salario nominal de los especialistas en gestión, la tasa de ganancia también resulta función inversa de tales salarios.

## 5. Recursividad estructural

A continuación se analiza una situación de equilibrio en el mercado de producto en presencia de desempleo en el sector laboral, es decir, se asume una perturbación del equilibrio para cada subsector del sector laboral y se muestran sus implicaciones, así como el mecanismo que permite regresar al equilibrio en el caso del subsector de los trabajadores manufactura. El análisis se realiza con la distinción de cada especialidad del trabajo, se parte del sistema de la sección anterior pero con desigualdades en cada subsector:

$$(1 + \pi) \left[ \frac{w_q + w_g}{p} \right] = \alpha^\alpha \beta^\beta \left( \frac{w_g}{w_q} \right)^\alpha \left( \frac{T^*}{1 - \alpha - \beta} \right)^{\alpha + \beta} \left( \frac{\gamma \tau}{\delta + \gamma} \right)^{-1} \quad (19a)$$

$$\left( \frac{1 - \alpha}{1 - \alpha - \beta} \right) T^* - \left( \frac{\gamma}{\delta + \gamma} \right) \tau \leq 0 \quad (25)$$

$$\left( \frac{\alpha}{1 - \alpha - \beta} \right) \frac{w_g}{w_q} T^* - \left( \frac{\gamma}{\delta + \gamma} \right) \tau \leq 0 \quad (26)$$

A partir del equilibrio perpetuo en el mercado de producto (19a),<sup>8</sup> se ensaya una solución con desempleo en cada subsector laboral.

Proposición núm. 1

Si el diferencial salarial no se modifica, el desempleo en el subsector de los trabajadores-gestión genera desempleo en el subsector de los trabajadores-manufactura; para restaurar el pleno empleo en el último subsector mencionado, se requiere que el diferencial salarial se incremente.

Demostración: La primera parte de la demostración de la proposición núm. 1, es inmediata ya que la des-

<sup>8</sup> El equilibrio perpetuo en la TIMT no implica pleno empleo, es un concepto que se sostiene aún con la existencia de desempleo.

igualdad de (25) implica la de (26) cuando el diferencial salarial no se modifica. Nótese que  $T^*$  aparece en ambos subsectores laborales, pero se resuelve en el subsector de los trabajadores-gestión; entonces, el efecto de una disminución de  $T^*$  primero afecta a ese subsector, es decir, hay trabajadores-gestión desempleados o reducción del volumen de horas de trabajo especializado en gestión. En consecuencia, sin cambios en el diferencial salarial, el nivel de empleo en el subsector de los trabajadores-manufactura disminuye por debajo del de pleno empleo, y así se configura la desigualdad en (25). Para mostrar lo anterior, se sabe que los costos de organización de pleno empleo en el sistema corresponden a:

$$T^* = \left(\frac{\gamma}{\delta+\gamma}\right) \tau \left(\frac{1-\alpha-\beta}{1-\alpha}\right) \quad (22)$$

Y el diferencial salarial de pleno empleo se obtiene de (23), entonces:

$$\frac{w_g}{w_q} = \left(\frac{1}{\alpha} - 1\right) \quad (23a)$$

Con el fin de justificar las desigualdades de (25) y (26),<sup>9</sup> se multiplica (25) por un número  $\varepsilon$  tal que  $0 < \varepsilon < 1$ ; entonces, los nuevos costos de organización serán:

$$T^* = \left(\frac{\gamma}{\delta+\gamma}\right) \tau \left(\frac{1-\alpha-\beta}{1-\alpha}\right) \varepsilon \quad (27)^{10}$$

Si se sustituye (27) en (25) y en (26), se tiene que:

$$\left(\frac{1-\alpha}{1-\alpha-\beta}\right) T^* - \left(\frac{\gamma}{\delta+\gamma}\right) \tau < 0 \quad (28)$$

9 Nótese que las desigualdades indican la presencia de desempleo para cada subsector laboral.

10 Se ha testado con tres puntos a los costos de organización con desempleo para diferenciarlos de los de pleno empleo.

$$\left(\frac{\alpha}{1-\alpha-\beta}\right) \frac{w_g}{w_q} \Gamma^* - \left(\frac{\gamma}{\delta+\gamma}\right) \tau < 0 \quad (29)^{11}$$

Ahora, si se recupera la desigualdad débil de (26) con desempleo en el subsector de los trabajadores-gestión, se cuenta con:

$$\left(\frac{\alpha}{1-\alpha-\beta}\right) \left(\frac{w_g}{w_q}\right) \Gamma^* - \left(\frac{\gamma}{\delta+\gamma}\right) \tau \leq 0 \quad (30)^{12}$$

Para restaurar el pleno empleo en el subsector de los trabajadores-manufactura, se requiere que el diferencial salarial aumente. Para mostrarlo, se despeja el diferencial salarial de (30) y se arriba a:

$$\left(\frac{w_g}{w_q}\right) = \left(\frac{1}{\alpha} - 1\right) \frac{1}{\varepsilon} \quad (31)$$

Comparando (31) y (23a), se tiene que:

$$\left(\frac{w_g}{w_q}\right) > \frac{w_g}{w_q} \quad (32)$$

Si se sustituyen (27) y (31) en (30), se observa que:

$$\left(\frac{\alpha}{1-\alpha-\beta}\right) \left(\frac{1}{\alpha} - 1\right) \frac{1}{\varepsilon} \left(\frac{\gamma}{\delta+\gamma}\right) \tau \left(\frac{1-\alpha-\beta}{1-\alpha}\right) \varepsilon - \left(\frac{\gamma}{\delta+\gamma}\right) \tau = 0 \quad (33)$$

Proposición núm. 2

La existencia de desempleo en el subsector de los trabaja-

11 Adviértase que el diferencial salarial no se ha modificado.

12 Se ha testado con tres puntos al diferencial salarial para distinguirlo del de pleno empleo.

dores-manufactura, origina desempleo en el subsector de los trabajadores-gestión.

Demostración: La demostración de la proposición núm. 2 se hace por reducción al absurdo. Supóngase que al subsector de los trabajadores-manufactura corresponde un nivel inferior al de pleno empleo, pero tal disminución no provoca desempleo de trabajadores-gestión o reducción en las horas dedicadas al trabajo-gestión; de esta forma, el aparato productivo permanece en pleno empleo y con ello se tiene desigualdad en (26), con igualdad en (25). Si se sustituye (22) en (26), y esta ecuación se multiplica por un número  $\varepsilon$ , tal que  $0 < \varepsilon < 1$  entonces, se arriba a:

$$\left(\frac{w_g}{w_q}\right) = \left(\frac{1}{\alpha} - 1\right) \varepsilon \tag{34}^{13}$$

Si se despeja ( $T^*$ ) de (19a), asumiendo que se trata de los costos de organización de pleno empleo, se obtiene:

$$T^* = \frac{1-\alpha-\beta}{(\alpha^\alpha \beta^\beta)^{\frac{1}{\alpha+\beta}}} \left(\frac{w_q}{w_g}\right)^{\frac{\alpha}{\alpha+\beta}} \left[ (1 + \pi) \left(\frac{w_q+w_g}{P}\right) \left(\frac{\gamma\tau}{\delta+\gamma}\right) \right]^{\frac{1}{\alpha+\beta}} \tag{35}$$

La ecuación (35) señala que los costos de organización se determinan directamente por el volumen de demanda de producto –expresión entre corchetes–, y es función inversa del diferencial salarial; entonces, el supuesto de desempleo en el subsector-manufactura implica una reducción en el diferencial salarial –ecuación (34)–; si se sustituye tal magnitud en (35), se arriba a:

$$T^* = \frac{1-\alpha-\beta}{(\alpha^\alpha \beta^\beta)^{\frac{1}{\alpha+\beta}}} \left(\frac{w_q}{w_g}\right)^{\frac{\alpha}{\alpha+\beta}} \left[ (1 + \pi) \left(\frac{w_q}{P}\right) \left(\frac{\gamma\tau}{\delta+\gamma}\right) + (1 + \pi) \left(\frac{w_g}{P}\right) \left(\frac{\gamma\tau}{\delta+\gamma}\right) \right]^{\frac{1}{\alpha+\beta}} \tag{35a}$$

---

13 La ecuación se testa con tilde para diferenciarla de sus similares.

En (35a) el desempleo de trabajadores-manufactura no modifica el salario nominal de este tipo de trabajadores, pues su magnitud se fijó fuera del sistema; pero sí reduce el salario nominal de los trabajadores-gestión y con ello descende el volumen de producto demandado de los especialistas en gestión —segundo sumando de la expresión ente corchetes—. Nótese que la disminución del diferencial salarial en (35a), se manifiesta como un incremento, ya que aparece invertida; no obstante, tal incremento no alcanza a compensar la caída en el tamaño del mercado debido a que su exponente es estrictamente inferior al de la demanda efectiva. Es así que, el desempleo en el subsector-manufactura afecta al nivel de actividad, es decir, los trabajadores-gestión resienten una disminución en su actividad ya que  $T^* > T^*$ ; por lo cual, ante la presencia de desempleo en el subsector-manufactura, en el subsector de los trabajadores-gestión aparecerá el desempleo involuntario.

## 6. Conclusiones

El modelo de equilibrio general con trabajo especializado desarrollado en el marco analítico de la TIMT, posibilita determinar de forma simultánea los niveles de producción y los precios. Pues dicho modelo constituye el antecedente para el análisis de recursividad estructural, el cual expone que si emerge desempleo en el subsector de los trabajadores-gestión y el diferencial salarial no se modifica, esto es, que permanece en su nivel de pleno empleo, entonces habrá desempleo en el subsector de los trabajadores-manufactura, para restaurar el pleno empleo en el último subsector mencionado se requiere que el diferencial salarial se incremente.

Por consiguiente, el incremento en el diferencial salarial es el mecanismo que hace posible retornar al pleno empleo de los trabajadores-manufactura. Además, el desempleo en el subsector de los trabajadores-manufactura genera desempleo en el subsector de los trabajadores-gestión. De modo que se concluye que el subsector laboral está interrelacionado, y que los cambios en el nivel de pleno empleo en alguno de sus subsectores afecta a la totalidad del sistema.

## *Referencias bibliográficas*

- Cheng, W., y Yang, X. (2004). "Inframarginal analysis of division of labor a survey." *Journal of Economic Behavior & Organization*, 55. Pp. 137-174.
- Marx, K. (2001). *El Capital*. Siglo XXI, vigesimocuarta edición en español. México.
- Noriega Ureña, F. A. (2001). *Macroeconomía para el desarrollo. Teoría de la inexistencia del mercado de trabajo*. McGraw-Hill, México.
- Ricardo, D. (1987). *Principios de economía política y tributación*. FCE. México.
- Smith, A. (2000). *Investigación sobre la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones*. FCE (undécima reimpresión ed.). México.
- Yang, X. (2003). *Economic development and the division of labor*. Blackwell Publishing. UK.
- Yang, X., y Ng, S. (1998). "Specialization and division of labor: A survey", en: K. Arrow, Y. -K. Ng, X. Yang, K. Arrow, Y.-K. Ng, y X. Yang (edits.), *Increasing returns and economic analysis*. Macmillan. London.
- Yang, X., y Ng, Y. (1993). *Specialization and economic organization, A new classical microeconomic framework*. North-Holland. Amsterdam.
- Yang, X., y Ng Y. -K. (1995). "Theory of the firm and structure of residual rights." *Journal of Economic Behavior and Organization*. 26. Pp. 107-128.

---

## RESUMEN

La investigación consistió en identificar los factores que determinan el ingreso corriente mensual de los hogares en la zona rural de Chiapas, aparte de las propias actividades agrícolas. Se planteó un modelo econométrico, en el cual el logaritmo del ingreso fue la variable dependiente y las explicativas fueron el sexo del jefe del hogar, la edad, la edad al cuadrado, jefe del hogar con primaria completa, jefe del hogar con secundaria completa, jefe del hogar con preparatoria completa, los integrantes del hogar, perceptores de ingresos ocupados y los años de estudio del jefe del hogar. Los resultados indican que tanto el modelo como todos los coeficientes estimados fueron significativos y con los signos esperados; existiendo una relación directa entre la variable dependiente con el sexo, la edad; la primaria, secundaria y preparatoria completas, perceptores de ingresos ocupados y los años de estudio, y una relación inversa con la edad al cuadrado y los integrantes del hogar.

*Palabras clave: ingreso corriente, nivel educativo, zona rural, modelo.*

## ABSTRACT

This research was performed to identify factors that determine the monthly current income, others than the agricultural ones, of households in rural Chiapas. An econometric model was developed, where the logarithm of income was the dependent variable and, as the explanatory: sex of head of household, age, age squared, household head completed primary education, head of household with complete secondary head of household with complete high school, household members, employed earners and years of schooling of head of household. The results indicate that both the model and all estimated coefficients were significant and with the expected signs, showing a direct relationship between the dependent variable with sex, age, elementary, middle and high school complete earners employed and the years of study, and inversely related to age squared and household members.

*Keywords: current income, educational level, rural area, model.*



# Determinantes del ingreso en los hogares en zonas rurales de Chiapas

## Determinants of household income in rural Chiapas

*Lucila Godínez Montoya<sup>1</sup>,  
Esther Figueroa Hernández<sup>2</sup> y Francisco Pérez Soto<sup>3</sup>*

- 
- 1 Nacionalidad: Mexicana. Grado: Doctor en Ciencias en Economía Agrícola, otorgado por la División de Ciencias Económico-Administrativas (DICEA), Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México. Especialización: Teoría económica y modelos econométricos. Adscripción: Centro Universitario UAEM Texcoco, Universidad Autónoma del Estado de México. Correo electrónico: lucilagm76@hotmail.com.
  - 2 Nacionalidad: Mexicana. Grado: Doctor en Ciencias en Economía Agrícola, otorgado por la División de Ciencias Económico-Administrativas (DICEA), Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México. Especialización: Teoría económica y modelos econométricos. Adscripción: Profesora-investigadora de tiempo completo de la licenciatura en Economía del Centro Universitario UAEM Texcoco, Universidad Autónoma del Estado de México. Correo electrónico: esfigue\_3@yahoo.com.mx.
  - 3 Nacionalidad: Mexicana. Grado: Doctor en Ciencias en Economía, otorgado por el Instituto de Socioeconomía, Estadística e Informática (ISEI) del Colegio de Postgraduados (CP), Montecillo, Estado de México. Especialización: Teoría Económica y modelos econométricos. Adscripción: Profesor-investigador de tiempo completo de la División en Ciencias Económico-Administrativas (DICEA) Universidad Autónoma Chapingo. Correo electrónico: perezsotof@hotmail.com.

**Fecha de recepción: 5 de febrero de 2013**

**Fecha de aceptación: 3 de octubre de 2013**

## **1. Introducción**

### *1.1 Situación del ingreso rural a nivel mundial*

**L**a población del mundo en desarrollo sigue siendo más rural que urbana: alrededor de 3,100 millones de personas (55.0%) de la población total, vive en zonas rurales y al menos el 70.0% de la población muy pobre del mundo es rural. Los medios de subsistencia de los hogares rurales pobres son muy diferentes en las distintas regiones y países, los cuales pueden derivar en distinto grado del sector agropecuario en pequeña escala, del trabajo agrícola asalariado, del empleo asalariado o del autoempleo en la economía rural no agrícola y de la migración. Mientras que algunos hogares dependen principalmente de un único tipo de actividad, la mayoría de ellos tienden a diversificar su base de subsistencia con el fin de reducir el riesgo. La agricultura desempeña un papel fundamental en la mayoría de los países, sin embargo, las fuentes de ingresos no agrícolas están adquiriendo una mayor importancia en las diversas regiones, y el aumento de ingresos en el hogar está asociado, por lo general, con mayores ingresos procedentes de salarios por actividades no agrícolas y del autoempleo.

Al respecto, en África Subsahariana: entre 40.0% y 70.0% de los hogares rurales obtienen más de tres cuartas partes de sus ingresos en las actividades agrícolas. En otras regiones, los medios de sustento están más diversificados: en Asia, entre 10.0% y 50.0% reciben más de tres cuartas partes de sus ingresos de la agricultura, mientras que en América Latina la proporción es sólo de 10.0% a 20.0%. El acceso al empleo asalariado (componente importante de los ingresos de los hogares en algunas regiones) tiene una enorme importancia en los países de América Latina y Asia, donde de 20.0% a 40.0% de los hogares forman parte de la mano de obra asalariada agrícola y un porcentaje similar de la mano de obra asalariada no agrícola. En América Latina, los salarios agrícolas o no agrícolas constituyen las tres cuartas partes de los ingresos totales para 24.0% y 31.0%, respectivamente, de los hogares rurales. El autoempleo no agrícola es importante en todas partes, y de 20.0% a 40.0% de los hogares rurales dependen de él. En casi la

totalidad de los países está aumentando el porcentaje correspondiente de los ingresos no agrícolas en los ingresos totales de los hogares rurales. El acceso a trabajos no agrícolas y a salarios más altos depende en gran medida de un nivel más alto de educación. El trabajo asalariado en la agricultura, que tiene un bajo rendimiento, está asociado con niveles bajos o ausencia total de educación (FIDA, 2011: 16, 54-56).

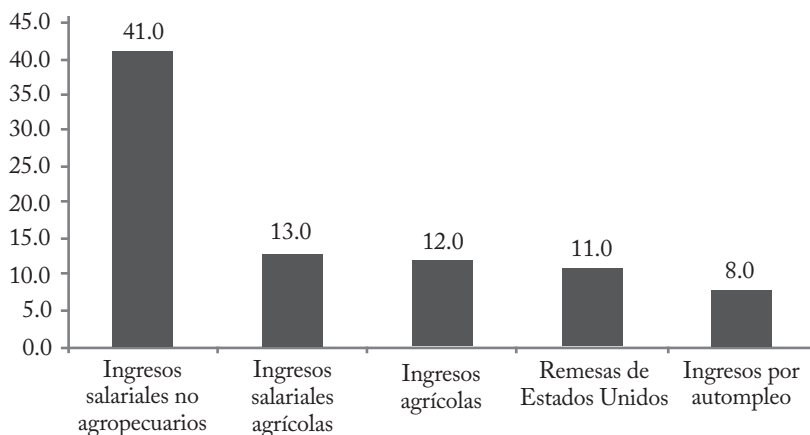
### *1.2 Situación del ingreso rural en México*

Dentro de las transformaciones que en los últimos 30 años ha sufrido el sector agropecuario mexicano está el proceso de globalización, acelerado por el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN). Esta situación contribuyó a hacer más ancha la desigualdad del campo mexicano, entre el sector dirigido al mercado exportador y la agricultura tradicional de subsistencia (Escalante *et al.*, 2008:7; Rello, 2009:38). En el sector agropecuario coexisten formas heterogéneas que van desde una agricultura competitiva, moderna y dinámica orientada especialmente a la exportación y a la agroindustria, hasta un sector incipiente, rezagado y no competitivo, cuya producción (principalmente de granos y oleaginosas) está orientada al autoconsumo y subsistencia, que concentra a gran parte de los campesinos nacionales (Arellano, 2006:2). En el contexto de la apertura comercial, el repliegue del Estado de la agricultura, y la reestructuración y liquidación de las instituciones públicas han tenido efectos adversos más para los pequeños productores; de manera que el impacto de las políticas públicas sobre el empleo, los salarios y el ingreso familiar ha sido más bien negativo (Calderón, 2009:75-76).

Como consecuencia de las transformaciones ocurridas en el país en las últimas décadas, de acuerdo con el Banco Mundial (2005:20), desde los años noventa, la agricultura fue perdiendo importancia en la economía rural de México y como fuente de ingreso para las familias rurales. Entre 1995 y 2003, la proporción de la mano de obra rural empleada en la agricultura cayó de 63.0 a 56.0%. Y la población ocupada en el medio rural que no recibe ingresos (que se denominan como

productores de tipo campesinos) pasó de 3 030 629 personas del año 1998 a 1 554 790 en 2004 (Acosta, 2008:43). Lo que ha propiciado que las familias busquen alternativas a esta situación. De manera que, una característica fundamental de los hogares rurales es la diversificación del ingreso (Yúnez y Taylor, 2004:232). Al respecto, la población rural desarrolla crecientemente actividades diferentes a la agricultura, como el comercio local, la producción de artesanías, la extracción de materias primas, el ecoturismo, los servicios ambientales o el trabajo asalariado en diversas ocupaciones, entre otras (FAO, 2009:37).

**Gráfica 1. México: fuentes de ingreso de los hogares rurales, 2003. (Porcentaje del ingreso rural total)**



Fuente: Elaboración propia con base en datos de Esquivel, 2009.

En la gráfica 1 se puede observar que de las fuentes de ingreso de los hogares rurales, el 41.0% provienen del salario de actividades no agropecuarias, 13.0% del salario por trabajo agrícola, 12.0% de la producción agrícola, 11.0% por remesas y 8.0% de autoempleo. Rello (2009:41) indica que el ingreso de las familias rurales depende del ingreso generado en empleos no agrícolas y del nivel de los salarios pagados en estas actividades, por ello, el mercado de trabajo es muy

importante para esas familias, sobre todo para las de menor ingreso. Otra evidencia al respecto, radica en que el número de trabajadores rurales remunerados hasta con tres salarios mínimos aumentó de 3 846 278 a 4 823 304 personas de 1998 a 2004 (Acosta, 2008:43). Entre otros, los resultados obtenidos por Guzmán *et al.* (2005:60) en su trabajo “El papel del empleo rural no agrícola en las comunidades rurales: un estudio de caso en Tepeji del Río, Hidalgo, México”, muestran que las familias (de la muestra analizada) obtienen 84.0% de sus ingresos totales de fuentes no agrícolas, destacan las actividades asalariadas, con una contribución en el ingreso total de 41.8%.

Sin embargo, las remuneraciones de los trabajadores del medio rural presentan un enorme rezago respecto de las del resto de los sectores de la economía, el salario promedio de la economía es diez veces superior al que perciben los trabajadores del campo; de hecho, los trabajadores agrícolas, que contribuyen con 80.0% de la producción del sector, perciben menores salarios (Escalante, et al., 2006:82-83). El autor indica que en efecto el salario medio anual de un trabajador agrícola es de 3700 pesos, asimismo, la enorme diferencia en productividad de las actividades agropecuarias no se ha revertido respecto al conjunto de la economía. Actualmente, un trabajador en el campo mexicano genera 14 unidades anuales de producto. En cambio, en las manufacturas se generan 85 unidades de producto. Tal situación acentúa las condiciones de pobreza de las familias rurales.

### *1.3 Aspectos teóricos sobre el efecto de la educación en la generación de ingresos*

Ordaz (2009:7-8) indica que diferentes teorías acerca del desarrollo (Becker, 1995 y Schultz, 1961) atribuyen a la educación un papel central en el crecimiento económico, el bienestar y el desarrollo humano. El concepto de capital humano fue originado a principios de los años sesenta por Shultz (1961) y Becker (1964, 1971), quienes analizaron la educación como una forma de inversión, la cual se espera incremente la productividad de los individuos (Tomado de Martínez,

2005:18). Con el surgimiento de la teoría del capital humano adquiere gran importancia la inversión educativa (Ordaz, 2007:9). De acuerdo con Schultz (1981, citado en Marcelo, 2005:1), “...la educación no es la única forma de capital humano, no obstante es reconocida como una de las principales componentes de la inversión humana” (Pantoja, 2010:50). Además, esta teoría establece que existe una relación entre el grado de educación de un individuo y su nivel de productividad; es decir, cuanto mayor nivel de educación adquiera un individuo, más alta será su productividad marginal y por consiguiente mayores serán sus ingresos laborales (Prada, 2006:15). La teoría del capital humano argumenta que tanto el tiempo de permanencia en la escuela como en el trabajo incrementan directamente la productividad de los trabajadores y en consecuencia su salario. Esto implica que puede atribuirse a la educación, tanto el desarrollo y la creación de habilidades y destrezas, que se reflejan en el mercado por medio de un mayor ingreso (Ordaz, 2007:7). Por lo tanto, la educación puede verse como un insumo que compone al capital humano, la cual tiene para cada individuo un retorno, entendido como la tasa de retribución del valor presente del incremento generado por un año adicional de educación (Prada, 2006:15).

Diversos autores comentan el efecto que la educación ejerce sobre el salario y por ende en el ingreso de las personas. Por ejemplo, Guzmán *et al.* (2005:51) exponen que los hogares con mejores activos de capital humano tienen mayor capacidad para asignar a sus miembros a diferentes mercados, por lo que la diversificación de empleos se presenta en los hogares con mejores características demográficas. Mencionan también que los hijos de los ejidatarios se benefician más que sus padres de los empleos no agrícolas, debido a que la edad y el nivel escolar son factores clave para acceder a empleos mejor remunerados fuera de la agricultura.

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) enfatizan en el programa “Education for Rural People”, la importancia de la educación como elemento fundamental en la reducción de la pobreza extrema, en específico en el sector rural. Diversos estudios realizados en varios

países, han demostrado que los individuos con mayor educación por lo general tienen mayores salarios (ingresos), experimentan menores tasas de desempleo y trabajan en ocupaciones de mayor estatus que aquellos menos educados, a esto se le agrega la idea de que las personas con menores niveles de educación por lo regular son más pobres (Ordaz, 2009:7,9). Lo anterior, siempre y cuando el país goce de estabilidad macroeconómica.

Yúnez y Taylor (2004:231-232) anotan que la educación es un factor decisivo para elevar la productividad y competitividad económica y luchar contra la pobreza. No obstante, expresan que los problemas educativos son peores en el campo donde se concentra la pobreza. Es decir, de acuerdo con Ordaz (2008:265), la población rural tiende a tener niveles educativos más bajos y a recibir una educación de menor calidad.

Al respecto, las escuelas primarias que se ubican en el medio urbano (privado y público) ofrecen los mejores niveles en el índice de existencia de espacios físicos de apoyo a la enseñanza. El 52.0% de las escuelas privadas y 78.0% de las públicas urbanas alcanzan coeficientes alto y muy alto en dicho índice, mientras que menos del 1.0% de las escuelas públicas rurales e indígenas, y ningún curso comunitario, logra esos objetivos (Ordaz, 2007:14).

**Cuadro 1. Escolaridad en México de la población de 15 años o más, 1994-2005. (Años)**

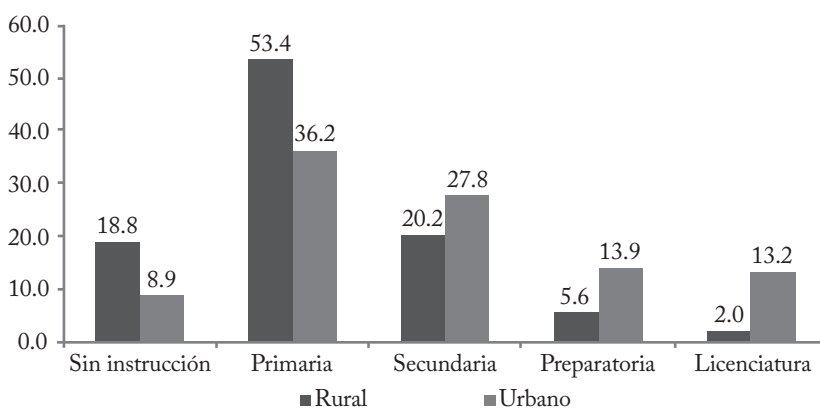
	1994	2000	2005
A nivel nacional	6.5	7.4	8.1
Sector urbano	7.4	8.3	8.9
Sector rural	3.7	4.4	5.6
Mujeres rurales	3.5	4.1	5.3

Fuente: Tomado de Ordaz, 2008.

Dado que en el 2005 el medio rural no alcanzaba aún los niveles educativos que el urbano había logrado más de una década antes, es probable que el rezago educativo del sector rural con respecto al urba-

no se acerque a los 10 años (Ordaz, 2008:265). Esto debido a que al mismo año, la escolaridad promedio medida en años era de 8.9 para el sector urbano y de 5.6 para el rural; por lo que se ve claramente que los niveles de escolaridad de las personas del medio rural son en general inferiores a los del urbano (Cuadro 1). Según las cifras del II Censo de población y vivienda 2005, 72.2% de la población rural no tiene instrucción o sólo alcanza la primaria como máximo nivel de escolaridad, en contraste, 55.0% de la población urbana tiene un nivel de instrucción al menos de secundaria (Ordaz, 2009:15).

**Gráfica 2. México: Distribución de la población por nivel educativo (Porcentaje).**



Fuente: Tomado de Ordaz, 2009.

Como se puede observar en la gráfica 2, entre más elevado es el nivel educativo, mayor tiende a ser la diferencia entre las proporciones de personas del medio rural y el urbano que se cuentan con un determinado nivel de escolaridad (Ordaz, 2009:15).



#### *1.4 Características económicas y sociodemográficas de la población del estado de Chiapas*

Los principales resultados de la Encuesta de Ingresos y Gastos de los Hogares (EIGH Chiapas, 2010:1-23), registran que la población del estado de Chiapas es de 4 823 243 habitantes, el 51.8% fueron mujeres y el restante 48.2% hombres. Del total, el 51.3% de la población se ubica en localidades de 2500 y más habitantes, mientras que la población rural (de menos de 2500 habitantes) representó al restante 48.7%. De acuerdo con la metodología del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), se define como población rural aquella que habita en localidades menores de 2500 habitantes y urbana de 2500 o más (CONEVAL, 2010:79).

La encuesta estima que en el estado hay 1 109 462 hogares. El tamaño promedio de éstos es de 4.3 integrantes (0.4 integrantes sobre el promedio nacional) y los jefes del hogar tienen un promedio de 46.6 años de edad (1.7 años menor que la edad promedio nacional). El número promedio de perceptores de ingreso por hogar fue de 2.6 (0.3 por arriba del promedio nacional).

Por otra parte, reporta que el ingreso corriente total (ICT) de los hogares fue de 20 596 millones de pesos trimestrales, de los cuales, el 81.4% corresponde al ingreso corriente monetario y 18.6% restante al ingreso corriente no monetario. Las remuneraciones al trabajo subordinado constituyen la parte más importante del ingreso corriente monetario (57.2%); seguido por el ingreso por transferencias con 20.4%; el trabajo independiente representa el 15.2%; los ingresos procedentes de trabajos distintos al principal y al secundario el 3.6% y la renta de la propiedad el 3.5%. Con respecto al ingreso corriente no monetario, la estimación del alquiler de la vivienda participa con el 71.0% de este ingreso; las transferencias en especie el 16.0%; el autoconsumo el 10.3% y las remuneraciones en especie sólo el 2.7%. En relación con la encuesta, en Chiapas hay 2 804 199 perceptores de ingresos, de los cuales el 49.0% se encuentran en localidades con 2500 y más habitantes, y obtienen el 73.0% de los ingresos totales. Del 49.0% de

los perceptores de estos lugares, 71.5% obtiene hasta dos salarios mínimos; mientras que el 94.9% de los perceptores que viven en zonas con menos de 2500 habitantes (localidades rurales, de acuerdo con la encuesta) obtienen hasta dos salarios mínimos. En las localidades de 2500 y más habitantes, 23.0% de los perceptores obtiene entre dos y seis salarios mínimos, en contraste con el 4.6% en las localidades de menos de 2500 habitantes (EIGH Chiapas, 2010:1-23).

En México, existen algunos estudios que se han concentrado en el tema de los determinantes del ingreso en las zonas rurales (Por ejemplo, Yúnez y Taylor, 2004). De acuerdo con Ordaz (2009:8), es importante estudiar el sector rural en virtud de los grandes rezagos que hay con respecto al urbano, además de ser el sector del país en donde se presentan los niveles educativos más bajos y mayor pobreza. Sin embargo, dado que aún dentro del mismo sector rural del país, existen diferencias entre las distintas regiones del norte, centro y sur, para la presente investigación resulta interesante contribuir de forma empírica a la discusión del tema, en particular en la zona rural del estado de Chiapas (Para este trabajo, se consideraron como rurales aquellas localidades menores de 14 999 habitantes), ya que de acuerdo con Esquivel (2009:6), Chiapas destaca entre los estados con mayor población rural, ocupando el segundo lugar a nivel nacional después de Veracruz. Por otra parte, CONEVAL (2012:11-12) reporta que es el estado que concentra la mayor proporción de su población en pobreza, en 2010, del total de la población que habitaba en el estado, 78.5% se encontraba en situación de pobreza, además de ser el que presenta el menor Ingreso Corriente Total Per-Cápita (ICTPC), el promedio para agosto del 2010 fue de 1352.6 pesos.

Con base en los antecedentes citados, el objetivo de la investigación consistió en identificar los factores que determinan el ingreso corriente mensual de los hogares en la zona rural de Chiapas.

## **2. Metodología**

En la presente investigación se utilizó un modelo de regresión lineal múltiple (semilogarítmico). La información que alimentó a las

variables consideradas en el modelo provino de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) 2010, la cual es elaborada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Dicha encuesta es representativa tanto a nivel nacional como para los ámbitos rural y urbano. Sin embargo, el INEGI ofrece la oportunidad a los gobiernos de los estados de ampliar la muestra para que sea representativa a nivel estatal, este fue el caso del estado de Chiapas para este año. Con la información recabada de la encuesta, se construyó una base de datos. Para estimar los coeficientes o parámetros de cada una de las variables explicativas, se utilizó el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) a través del paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS). A partir de los resultados del modelo, se llevó a cabo el análisis estadístico y económico, vía el cálculo de las elasticidades. De la misma forma, se procedió a la discusión de los resultados y se vertieron las conclusiones finales de la investigación.

### 2.1 Especificación del modelo

Con el objeto de identificar los factores que determinan el ingreso corriente mensual de los hogares en la zona rural de Chiapas, se estimó un modelo econométrico, en el cual se consideraron tanto las características del jefe del hogar como las del propio hogar. La especificación del modelo fue la siguiente:

$$LNING = \beta_0 + \beta_1 SEXO + \beta_2 EDAD + \beta_3 EDAD2 + \beta_4 PRIMCOM + \beta_5 SECOM + \beta_6 PCOM + \beta_7 IHOG + \beta_8 IOCUP + \beta_9 AEST + \varepsilon_i \dots \dots \dots (1)$$

Donde, para la ecuación (1), tenemos:

$$\begin{aligned} E[\varepsilon_i] &= 0, \\ E[\varepsilon_i, \varepsilon_j] &= 0, \\ E[\varepsilon' \varepsilon] &= \sigma^2 I, \end{aligned}$$

Por otro lado, en términos de notación, tenemos:

LNING: es el logaritmo natural del ingreso corriente mensual de los hogares de la zona rural del estado de Chiapas. SEXO: es el sexo del jefe del hogar. EDAD: es la edad del jefe del hogar. EDAD<sup>2</sup>: edad al cuadrado del jefe del hogar. PRIMCOM: jefe del hogar con primaria completa. SECOM: jefe del hogar con secundaria completa. PCOM: jefe del hogar con preparatoria completa. IHOG: integrantes del hogar. IOCUP: perceptores de ingresos ocupados. AEST: años de estudio del jefe del hogar.  $\beta_i$ : son los coeficientes a estimar de cada una de las variables explicativas.

El ingreso corriente total (INGCOR) se compone de la suma del ingreso corriente monetario (INGMON) y del gasto corriente no monetario (GASNOM) de la ENIGH. Respecto a la variable sexo, las diferencias salariales entre un hombre y una mujer, con las demás características iguales, pueden ser bastante significativas en contra de esta última. En el estudio, el sexo se considera como una variable *dummy* en la que el hombre toma el valor de 1 y la mujer de 0. Por otra parte, la edad y la edad al cuadrado son una aproximación a la experiencia del trabajador y por consiguiente de su nivel de ingreso; se esperaría que a mayor edad, mayor ingreso, pero como ese incremento es decreciente cada año, se incluye la edad al cuadrado, término que pretende captar la no-linealidad de la edad-ingresos, por lo tanto se espera que  $\beta_2$  sea mayor a cero, y que  $\beta_3$  sea negativa. Para cada una de las variables en el estudio se utilizaron 436 observaciones.

### ***3. Análisis y discusión de resultados***

En este apartado se presentan los resultados del modelo econométrico, los cuales se analizaron desde el punto de vista estadístico y económico.

#### ***3.1 Análisis estadístico***

El análisis estadístico de los resultados se realizó con base en los siguientes parámetros: coeficiente de determinación ( $R^2$ ), la F calculada del análisis de la varianza del modelo ( $F_o$ ), y las t-student para la

significancia de cada una de las variables involucradas en la ecuación propuesta. En el cuadro 2 se pueden observar los valores estimados de los parámetros en su forma estructural. A partir de éste, los resultados obtenidos muestran que el valor de la prueba global  $F_c = 23.71 > F_t = 1.899$ , con un  $\alpha = 0.05$ ; con base en esto, se rechaza la hipótesis nula general que indica que todos los parámetros estimados del modelo propuesto son iguales a cero, en favor de la hipótesis alternativa de que al menos uno de ellos es diferente de cero.

En el mismo cuadro 2 se observa que el coeficiente de Durbin Watson está dentro de los niveles aceptables de la prueba, por lo que se descarta la posibilidad de que exista autocorrelación de los errores. En cuanto a la presencia de colinealidad entre las variables, ésta se desecha, ya que si bien algunas de las variables independientes parecen tener una relación directa con la variable dependiente, el análisis estadístico descarta esa posibilidad al realizar el análisis de covarianzas y correlaciones entre todas las variables involucradas. Por lo que respecta a la prueba de homocedasticidad, a partir del mismo análisis de la matriz de covarianzas y correlaciones se ve que no existen problemas de heterocedasticidad entre las variables del modelo.

**Cuadro 2. Principales resultados del análisis de la varianza para el modelo del logaritmo natural del ingreso (LNING) .**

FUNCIÓN	VARIABLES INDEPENDIENTES											
MODELO												
LING	SEXO	EDAD	EDAD2	PRIMCOM	SECOM	PCOM	IHOG	IOCUP	AEST	R2	Fc	Prob>F
Coefficiente	0.30497	0.05716	-0.00035659	199.93539	139.749	79.96981	-0.08899	0.33648	20.14149	0.3338	23.71	0.0001
$t_c$	1.85	2.16	-1.15	1.01	1.01	1.01	-3.43	5.85	1.02			
P	0.0655	0.0316	0.25	0.312	0.3127	0.312	0.0007	0.0001	0.3084			
Durbin Watson coefficient=1.78												
						$t_c$ : valor de t calculado	P: significancia del valor de t observado					

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del paquete SAS.

El valor del estadístico  $R^2$  de 0.3338, indica que el ingreso corriente mensual de los hogares en zonas rurales de Chiapas es explicado en un 33.4% por las variables incluidas en el modelo: SEXO, EDAD, EDAD<sup>2</sup>, PRIMCOM, SECOM, PCOM, IHOG, IOCUP, AEST. Este valor es muy similar a lo que reporta la literatura en algunos estudios del mismo tipo, como por ejemplo en el de Yúnez y Taylor (2004:240).

Con relación a la prueba individual, todas las variables incluidas en el modelo resultaron significativas; no obstante, las que más influyen en el ingreso corriente mensual de los hogares de la zona rural del estado de Chiapas son la edad del jefe del hogar (EDAD), con un valor de t de 2.16 > 1; el número de integrantes del hogar (IHOG), cuyo valor de t fue de -3.43 > 1 y los perceptores de ingresos ocupados (IOCUP) con un valor de 5.85 > 1. Por otra parte, entre las variables que menos influyeron en el ingreso corriente mensual de los hogares en la zona rural del estado de Chiapas, fueron la variable SEXO tuvo un valor de t de 1.85 > 1; la EDAD<sup>2</sup>, con una t de -1.15 > 1; las variables, PRIMCOM, SECOM y PCOM, cada una presentaron un valor de t de 1.01 > 1; y por último la variable AEST con una t de 1.02 > 1.

### 3.2 Análisis económico

El análisis económico consistió en determinar si los signos de los coeficientes estimados corresponden a lo que indica la teoría económica. El modelo semilogarítmico logrado a partir de la estimación mínimo cuadrática es el que se expone en la ecuación (2) con los siguientes valores de los coeficientes:

$$\hat{Ln}(Y) = -308.3429 + 0.3049SEXO + 0.0571EDA - 0.0035EDAD2 + 199.93PRIMCOM + 139.7490SECOM + 79.9698PCOM - 0.0889IHOG + 0.3364IOCUP + 20.1414AEST + \varepsilon_i \dots\dots(2)$$

Como se puede observar los coeficientes estimados fueron significativos y con los signos esperados, ya que existe una relación directa entre el LNING y las variables SEXO, EDAD, PRIMCOM, SECOM, PCOM,

IOcup y AEST. De tal manera que resultó una relación inversa entre el LNING y las variables: EDAD<sup>2</sup> e IHOG.

En específico el término de la edad resultó positivo y su respectivo cuadrado, negativo. Además, los resultados econométricos alcanzados muestran que la educación presenta una relación directa con los ingresos, pues éstos aumentan a medida que se incrementan los años de escolaridad o de estudio; también se ve una relación directa entre los jefes de los hogares que completaron su educación primaria, secundaria y preparatoria, ya que cada uno tiene signos positivos.

Es de resaltar el hecho de que si bien los signos esperados coinciden con los reportados en la literatura especializada en términos generales, la influencia de las variables sexo, edad y el cuadrado de la edad, es más bien marginal. Por otro lado, las variables correspondientes a los diferentes niveles educacionales alcanzados por el jefe del hogar, así como de los diferentes miembros de los hogares son muy importantes, como se puede apreciar en los diferentes coeficientes de la ecuación (2), a través de los parámetros de las variables involucradas.

#### **4. Conclusiones**

Los resultados derivados de esta investigación permitieron demostrar que, tanto las características del jefe del hogar, como las del propio hogar, inciden en la determinación del ingreso corriente mensual de los hogares en la zona rural del estado de Chiapas, a pesar de los grandes rezagos que exhibe el sector rural con respecto al urbano, en relación con dichas particularidades. Sin embargo, las variables que más influencia ejercen sobre el ingreso fueron la edad del jefe del hogar, el número de integrantes del hogar y los perceptores de ingresos ocupados.

Los resultados confirman lo logrado en otros trabajos similares. En México existen estudios que se han concentrado en general sobre los determinantes del ingreso en zonas rurales. Yúñez y Taylor (2004), realizaron un estudio sobre “Los determinantes de las actividades y el ingreso no agrícola de los hogares rurales de México, con énfasis en la educación”, el estudio examina las diversas fuentes de ingreso, así como la educación del jefe del hogar y sus miembros. Las variables



dependientes son los ingresos netos de cada una de las siguientes actividades que efectúan habitualmente los hogares rurales mexicanos: la producción de cultivos básicos, la producción de cultivos comerciales y crianza de ganado, el empleo por cuenta propia no agrícola, el empleo asalariado en mercados laborales locales y regionales y el empleo asalariado migratorio en México y los Estados Unidos.

Las variables explicativas en el estudio comprenden: años de escolaridad del jefe de hogar y de sus miembros; experiencia del jefe de hogar (edad menos escolaridad menos cinco años); red de migración nacional e internacional del hogar, una variable que refleja el capital migratorio acumulado, definido por el número de miembros inmediatos de la familia que son migrantes y que partieron al inicio del año de la encuesta; recursos familiares (tamaño del predio y valor del ganado); otras características del hogar que pueden influir en la decisión de participar en diversas actividades y que, por lo tanto, determinan el ingreso (tamaño de la familia y edad del jefe del hogar). Los resultados demuestran que la educación y los años de escolaridad inciden en la elección de actividades de los hogares rurales. A semejanza de otros análisis en México, también respaldan el argumento de que los retornos de la educación en el ingreso rural son estadísticamente significativos, independientemente del nivel de escolaridad.

### *Referencias bibliográficas*

- Acosta Reveles, Irma Lorena (2008). “Infortunios del ‘libre comercio’. Ingreso rural y ocupación agrícola en México en el marco del TLCAN”, en: *Revista Trabajadores* de la Universidad Obrera de México VLT, Nueva época, núm. 67, año 12, julio-agosto. México. Pp. 41-45.
- Arellano G., J. (2006). “Estructura y distribución del ingreso rural en México 1992-2004.” Tesis profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, estado de México. Pp. 112.
- Banco Mundial (BM) (2005). “Generación de Ingreso y Protección Social para los Pobres. Resumen Ejecutivo.” Banco Mundial, México, Pp. 1-52. Disponible en: <http://web.worldbank.org/wbsite/>

- external/bancomundial/extspais/lacinspanishext/0,,contentMDK:20626477~menuPK:508626~pagePK:146736~piPK:226340~theSitePK:489669,00.html
- Calderón S., J. A. (2009). “Políticas de ajuste estructural e impacto macroeconómico del TLCAN en México”, en: *TLCAN. Balance general e impactos subregionales y sectoriales*. Red Mexicana de Acción frente al Libre Comercio. Universidad Autónoma Chapingo. Pp. 47-84.
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) (2012). Informe de pobreza y evaluación en el estado de Chiapas 2012. México.
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) (2010). *Informe de pobreza multidimensional en México*, 2008. Octubre de 2010.
- Encuesta de Ingresos y Gastos de los Hogares (EIGH) Chiapas (2010). “Principales resultados de la EIGH Chiapas 2010.” Chiapas Gobierno del Estado. Secretaría de Hacienda. Subsecretaría de Planeación, Presupuesto y Egresos. Dirección General de Planeación. 23 pp. Consultado el 1 de julio de 2012 en <http://www.ceieg.chiapas.gob.mx/home/wp-content/uploads/downloads/2012/01/Principales-resultados-de-la-EIGH-Chiapas-2010.pdf>).
- Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) (2010). Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI).
- Escalante S., Roberto I., Catalán H. (2008). “Situación actual del sector agropecuario en México: perspectivas y retos.” *Economía Informa*, núm. 350, enero-febrero 2008. Pp. 7-25. Consultado el 10 de marzo de 2012 en: <http://www.economia.unam.mx/publicaciones/econinforma/pdfs/350/01escalante.pdf>
- Escalante S., Roberto I. (2006). “Desarrollo rural, regional y medio ambiente.” *Economía UNAM*, vol. 3, núm. 8, mayo-agosto. México.
- Esquivel, Gerardo (2009). *El mercado laboral rural en México: caracterización y agenda de investigación*. CEPAL Sede Subregional en México (LC/MEX/L.894), México, enero de 2009.
- FAO (2009). *La FAO en México. Más de 60 años de colaboración*.

- Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA) (2011). *Informe sobre la pobreza rural 2011. Nuevas realidades, nuevos desafíos: nuevas oportunidades para la generación del mañana*. Disponible en: <http://www.ifad.org/rpr2011/report/s/rpr2011.pdf>
- Guzmán González, Isabel, Santiago Cruz, M. de J., Leos Rodríguez, J., González-López, G., Martínez-Damián, M.A.; Salas-Glez. J.M. (2005). "El papel del empleo rural no agrícola en las comunidades rurales: un estudio de caso en Tepeji del Río, Hidalgo, México." *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, julio-diciembre 2005. pp-51-63.
- Marcelo, D. (2005). "Rentabilidad social e individual de la educación: Una interpretación a partir de los modelos jerárquicos." *Revista Planeación y Desarrollo*, vol. 36, núm. 2, julio 2005. Departamento Nacional de Planeación. Colombia. Pp. 309-370.
- Martínez Morales, J. (2005). "Impacto del capital humano en la distribución del ingreso." Tesis de maestría. Economía. Departamento de Economía, Escuela de Ciencias Sociales, Universidad de las Américas Puebla. Mayo. Derechos Reservados © 2005.
- Ordaz, J. L. (2009). "México. Impacto de la educación en la pobreza rural." *Serie Estudios y Perspectivas*, núm. 15, Sede Subregional de la CEPAL en México, México, enero de 2009.
- Ordaz, J. L. (2008). "Rentabilidad económica de la educación en México: comparación entre el sector urbano y el rural." *Revista de la CEPAL* 96. Diciembre 2008.
- Ordaz, J. L. (2007). "México: capital humano e ingresos. Retornos a la educación, 1994-2005." *Serie Estudios y Perspectivas*, núm. 90, Sede Subregional de la CEPAL en México. México. Octubre de 2007.
- Pantoja P., Francisco J. (2010). "Rentabilidad de la inversión en educación. Beneficios privados y sociales." *Revista Gestión & Desarrollo*, vol. 7, núm. 2, julio-diciembre de 2010. Facultad de Ciencias Económicas. Pp. 49-62. Consultado el 22 de Julio de 2012 en: [http://servereditorial.usbcali.edu.co/editorial/libros/docus/gyd7-2\\_pdfs/2\\_RentabilidadEduca.pdf](http://servereditorial.usbcali.edu.co/editorial/libros/docus/gyd7-2_pdfs/2_RentabilidadEduca.pdf)
- Prada, Carlos F. (2006). "¿Es rentable la decisión de estudiar en Colombia?" *Revista Ensayos sobre Política Económica*, núm. 51, Edición

Especial. Pp. 226-323. Consultado el 28 de julio de 2012 en: [http://www.banrep.gov.co/docum/ensayos/pdf/espe\\_051-5.pdf](http://www.banrep.gov.co/docum/ensayos/pdf/espe_051-5.pdf)

Rello, F. (2009). "Inercia estructural y Globalización: La agricultura y los campesinos más allá del TLCAN." Capítulo 2, "México: La herencia del TLCAN", en: *Promesas y peligros de la liberalización de comercio agrícola. Lecciones desde América Latina*. Autores: Mamerto Pérez, Sergio Schlesinger y Timothy A. Wise con el Grupo de Trabajo sobre Desarrollo y Medioambiente en las Américas. Mamerto Pérez, compilador y editor. La Asociación de Instituciones de Promoción y Educación (AIPE) La Paz, Bolivia y el Instituto del Desarrollo Global y Medioambiente (GDAE). La Paz, junio de 2009. Pp. 27-52.

Yúnez Naude, A. y Taylor J. Edward (2004). "Los determinantes de las actividades y el ingreso no agrícola de los hogares rurales de México, con énfasis en la educación", en: *Empleo e ingresos rurales no agrícolas en América Latina. CEPAL-Seminarios y conferencias*, núm. 35. División de Desarrollo Productivo y Empresarial Unidad de Desarrollo Agrícola. Santiago de Chile, abril de 2004. Pp. 231-245. Consultado el 2 de mayo de 2012 en: <http://www.eclac.org/publicaciones/xml/4/22444/lcl2096e.pdf>



## RESUMEN

El modelo de economía ecológica es un sistema abierto que distingue las interrelaciones entre el sistema económico y el ecológico. En ese sentido, es integral, pues considera aspectos monetarios, sociales y ambientales. En lo que respecta al estudio de la disminución en la disponibilidad de agua, este modelo presenta una alternativa, pues daría cuenta de aquellos aspectos relacionados con la gestión integral del agua que apunta a la participación de la sociedad como una opción alterna. El objetivo de este trabajo es mostrar la relación entre la economía ecológica y la gestión integral del agua, tomando en consideración que para ambas el aspecto social es significativo.

*Palabras claves: economía ecológica, gestión integral del agua, participación social.*

## ABSTRACT

The ecological economics model is an open system that analyzes the relationships between the economic and ecologic system. In that sense, it is integral, being that it considers monetary, social and environmental aspects. As for the study of the decline of water availability, this model presents an alternative since it would give account of those aspects related to integrated water management which points to the participation of society as an alternate option. The aim of this paper is to show the relationship between ecological economics and integrated water management, taking into consideration that for both the social aspect is crucial.

*Key words: ecological economics, integrated water management, social participation.*

# Gestión integral del agua desde un enfoque social hacia una economía ecológica

Integrated water management  
from a social approach  
to an ecological economics

*María de los Ángeles Gil Antonio<sup>1</sup>  
y Humberto Reyes Hernández<sup>2</sup>*

- 1 Nacionalidad: Mexicana. Grado: Maestría en Economía Regional. Especialización: Economía y Ciencias Ambientales. Adscripción: Programa de posgrados multidisciplinarios en Ciencias Ambientales, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Correo electrónico: aminoago@hotmail.com.
- 2 Nacionalidad: Mexicana. Grado: Doctorado en Geografía. Especialización: Geografía Ambiental. Adscripción: Coordinación de Ciencias Sociales y Humanidades. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Correo electrónico: hreyes@uaslp.mx.

Fecha de recepción: 5 de febrero de 2013

Fecha de aceptación: 11 de octubre de 2013

## ***Introducción***

En los últimos años, se ha estudiado que se debe de reorientar la gobernanza de la economía mundial de manera que se asigne a los aspectos sociales y medioambientales el mismo nivel de prioridad que tienen el comercio y las finanzas (Agrupación Global Unions, 2009). Los cambios en el paradigma económico han permitido el surgimiento de la economía ecológica, donde los aspectos ambientales y sociales forman parte importante, en este nuevo modelo se toma en cuenta el impacto que tienen las actividades económicas en el medio ambiente. En este contexto, en la gestión del agua también han surgido cambios, se valora que es importante la participación social para lograr una gestión integral que contribuya a mejorar el nivel de vida de la población.

En el presente documento se señala que tanto la economía ecológica como la gestión integral del agua tienen un carácter holístico, y para ambas el aspecto social representa un elemento importante. En un primer apartado se hace mención de la economía ecológica, poniendo de manifiesto la importancia de las interrelaciones entre el sistema económico y el ecológico. Se aborda la gestión integral del agua como alternativa para hacer frente a la situación de disminución de disponibilidad, provocada por una inadecuada gestión. Finalmente se hace referencia a la participación social como una herramienta que puede incorporar múltiples conocimientos, lo cual permite tener una visión integral de los problemas y prioridades.

Algunas de las conclusiones a las que se llegó, después de la revisión, fueron que existe la necesidad de una mejor gestión del agua debido a la situación de escasez en la que se encuentra, la participación social es una posible alternativa de mejora para ello. Por otro lado, es importante que para poder ejecutar la participación social, se deben diseñar políticas públicas que la propicien. Si no existen éstas que fomenten diversas acciones, resultaría complicado formalizarla.



## *Economía ecológica*

En las últimas décadas el aspecto ambiental se ha introducido en diferentes ramas de la ciencia y la economía no es una excepción, surgiendo así la economía ecológica que busca analizar los problemas económicos desde una visión más integral, sin atender únicamente aspectos monetarios, en ésta hay indicadores físicos y sociales de sustentabilidad y los deseos y preferencias no económicas de la población, asimismo se consideran a las poblaciones no humanas.

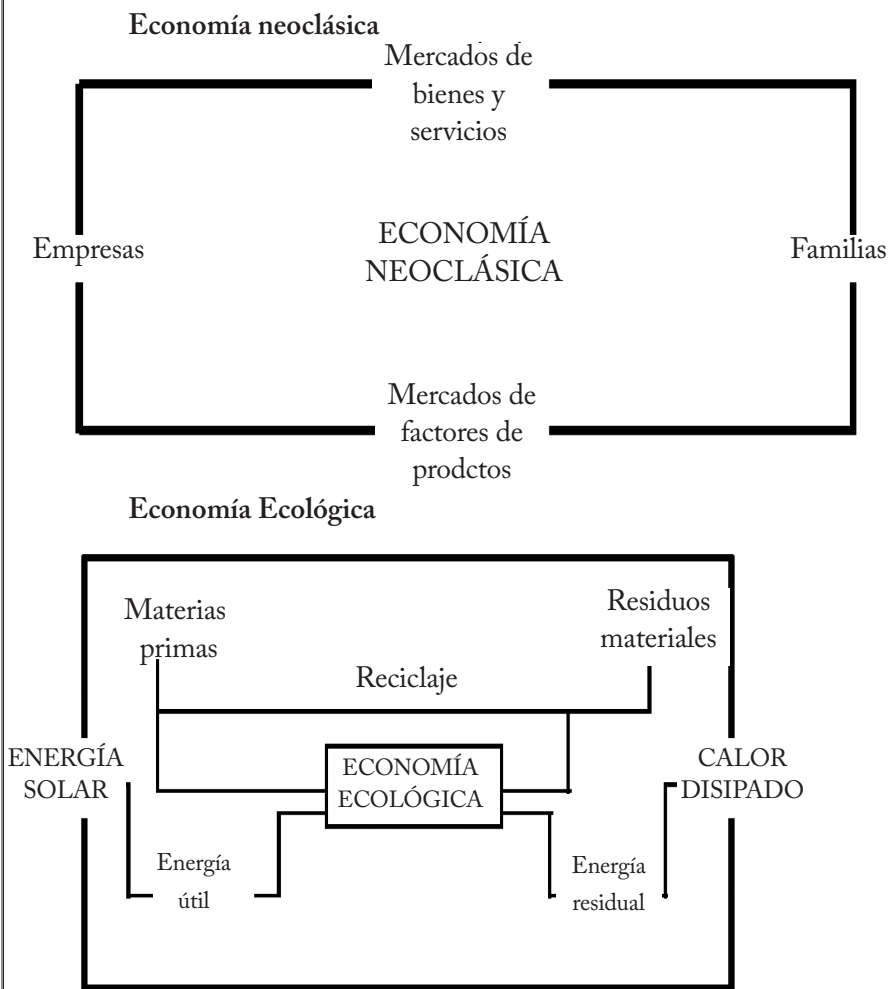
Entre los sistemas económico y ecológico existen interacciones que por mucho tiempo no se les ha dado importancia, aunque han estado presentes, por ello la economía ecológica las retoma. Common y Stagl (2008) la señalan como el estudio de las relaciones entre el gobierno de la casa de los seres humanos y el gobierno de la casa de la naturaleza. Dicho de otro modo, es el estudio de las distintas interacciones entre sistemas económicos y sistemas ecológicos. Se reflexiona que tanto la economía como la ecología son disciplinas cuyos temas se superponen y es el campo de la economía ecológica donde está esa superposición.

En la figura 1 se muestra un esquema del modelo de la economía neoclásica, el cual es un sistema cerrado, en él únicamente hay aspectos monetarios; en el recuadro de la parte inferior se apunta el prototipo de la economía ecológica, en éste se expone la relación entre la economía neoclásica y un sistema más grande en el que está inmersa, este tipo es un sistema abierto que enseña de qué manera las actividades económicas se interrelacionan con aspectos tales como el calor disipado y la energía solar, asimismo se explica cómo las actividades económicas hacen uso de la energía útil y de las materias primas presentes en el sistema ecológico, dentro de este modelo se observa que las actividades económicas realizadas generan residuos materiales y energía residual.

En la economía ecológica se habla de un sistema abierto en el que repara la forma en que las acciones que se efectúen dentro del sistema económico repercuten directamente al sistema ecológico. En las actividades económicas se usan de forma constante los recursos que proporciona la naturaleza, lo cual por mucho tiempo no se había tomado en consideración, con el surgimiento del concepto de *desarrollo*

*sustentable* se ha empezado a reconocer la repercusión que tienen las actividades humanas en los recursos naturales, la economía ecológica se ha encargado de contextualizarlo.

**Figura 1. Economía neoclásica frente a la economía ecológica.**



Fuente: Joan Martínez Alier. Curso de economía ecológica. PNUMA. México, 1998.

Naredo (2011) señala que la acción humana y las decisiones económicas relacionadas con la producción no ocurren en sistemas cerrados ni siquiera semicerrados, sino dentro de un sistema de relaciones y estructuras dinámicas en interacción abierta continua entre sí. Por lo que quizá sea necesario volver a definir y formular los conceptos de costos y ganancias, así como los criterios de eficiencia y optimalidad económica, los cuales deben de ampliarse estimando el efecto acumulativo de las interacciones entre los sistemas abiertos.

Foladori (2005) destaca que la principal característica de la economía ecológica es su carácter transdisciplinario, derivado de la necesidad de estudiar la relación entre los ecosistemas naturales y el sistema económico, lo que demanda la participación no sólo de economistas, sino también de científicos de las ciencias naturales y de otras disciplinas. Para analizar los problemas ambientales de origen antrópico, la teoría económica-ecológica debe incorporar otras disciplinas, lo que correspondería más fielmente con el carácter multidisciplinar que la problemática ambiental exige.

Por otro lado, Barkin, Carrasco y Zamora (2012), escriben que uno de los atributos básicos de la economía ecológica es su carácter articulador de disciplinas en la construcción de propuestas holísticas, orientadas a comprender el tema de la sustentabilidad ecológica de la economía.

La economía ecológica se ocupa de la naturaleza física de los bienes a gestionar y la lógica de los sistemas que los envuelven, considerando desde la escasez objetiva y la renovabilidad de los recursos empleados, hasta la nocividad y el posible reciclaje de los residuos generados. Con ello busca orientar con conocimiento de causa el marco institucional y tener soluciones, donde se estimen costos, precios y cantidades tanto de recursos utilizados como de productos obtenidos y de residuos emitidos (Naredo, 2011).

Naredo (2011) menciona que una gestión que además de ser económica pretenda ser “sostenible”, deberá preservar el sistema valorando estados críticos derivados tanto de falta de recursos como de exceso de residuos. Se debe de tener en cuenta que los residuos generados dependen de los recursos utilizados en los procesos, por lo que la preo-

cupación por la viabilidad de un sistema debe abordar conjuntamente ambos extremos.

Para hacer una adecuada gestión es importante revisar la actual asimetría entre los costos físicos y la valoración monetaria de las materias primas y sus derivados, que es a la vez fuente de deterioro medioambiental y de desigualdad social entre los países del centro y la periferia, o entre zonas de extracción y vertido y áreas de acumulación de capitales y productos (Naredo, 2011).

### ***Gestión integral del agua***

En los últimos años, la disminución en los niveles de disponibilidad de agua ha propiciado una situación de crisis que amenaza la seguridad, estabilidad y el equilibrio medioambiental de las naciones, lo que es un problema cada vez más severo. Una de las causas importantes de esta crisis es la falta de una gestión adecuada de los recursos hídricos (UNESCO, 2003, 2006), que permitiera su uso más eficiente para hacer frente a los nuevos retos económicos, sociales y ambientales, es así que surgió la Gestión Integral de los Recursos Hídricos (GIRH) como una alternativa de solución a dicha problemática.

En el caso de la GIRH es importante partir de un análisis socioambiental y holístico, considerando los valores que son atribuidos al agua; empero, en muchas ocasiones únicamente son atendidos los puntos de vista de algunos grupos humanos y se dejan fuera a otros, en la mayoría de los casos, los grupos que quedan marginados en la toma de decisiones, son aquellos que no cuentan con cierto poder adquisitivo que les permita dar a conocer sus preferencias, para lograr una gestión integral del agua se deben de reunir a todos los que hacen uso de dicho recurso.

La GIRH es un proceso que puede asistir a los países en sus esfuerzos por tratar los asuntos del agua de una manera sustentable y con efectividad de costos. Para facilitar el manejo sustentable de los recursos hídricos, es importante agilizar el intercambio de información y ayudar a conciliar las necesidades de solución a problemas de aguas con las herramientas, asistencia y recursos disponibles.

Esta gestión se basa en tres pilares que son la eficiencia económica, la equidad y las sostenibilidad ambiental. Para lograr concretar la GIRH se requieren instrumentos de gestión que posibiliten evaluarla, se necesita de un ambiente propicio mediante la creación de políticas y legislación, y el marco institucional a diferentes niveles, con esto se puede tener agua tanto para las actividades humanas como para el medio ambiente, tal como se muestra en la figura 2. Al valorar cómo gestionar el agua en el futuro y las múltiples opciones disponibles para el cambio, los planificadores han de contemplar los aspectos antes mencionados.

**Figura 2. Los tres pilares de la gestión integrada del recurso hídrico.**

Año	PIB Agregado (base 2003) miles de pesos	PIB Sector Primario (base 2003) miles de pesos	PIB Agricultura (base 2003) miles de pesos	Exportaciones Totales (base 2003) miles de pesos	Exportaciones agricultura (base 2003) miles de pesos	Exportaciones Chile Seco (base 2003) miles de pesos
1993	23,486,265,579	896,467,537	568,901,757	137,696,404	8,690,610	14,994
1994	24,612,966,197	934,950,640	588,774,948	179,767,877	10,251,843	10,348
1995	23,080,192,335	947,786,591	597,205,583	455,131,647	29,353,811	23,423
1996	24,347,955,098	978,885,924	623,468,008	639,742,498	31,324,610	65,325
1997	26,113,861,272	998,229,354	628,885,902	783,737,823	35,129,844	82,138
1998	27,408,814,510	1,018,460,184	628,605,464	1,007,147,224	39,470,511	143,275
1999	28,388,683,782	1,060,101,502	648,512,206	1,208,473,728	42,426,071	176,440
2000	30,081,619,384	1,076,900,349	642,011,193	1,418,301,215	44,937,297	166,200
2001	29,795,014,822	1,112,949,397	671,536,489	1,360,157,018	41,436,895	190,960
2002	29,821,459,468	1,110,368,776	665,752,824	1,411,918,532	40,516,208	201,472
2003	30,223,213,532	1,143,005,892	683,742,236	1,577,022,075	54,187,858	193,706
2004	31,448,287,337	1,171,222,493	695,594,277	1,854,684,727	63,951,659	143,648
2005	32,456,340,989	1,140,958,405	657,830,849	1,987,169,354	65,181,173	200,826
2006	34,127,891,834	1,213,220,854	715,512,322	2,298,740,488	74,506,246	220,274
2007	35,240,545,337	1,241,441,537	726,263,941	2,501,042,053	81,032,006	171,813
2008	35,660,120,865	1,256,654,757	734,916,621	2,679,003,192	87,865,095	139,199
2009	33,536,938,309	1,216,993,233	693,400,269	2,687,454,543	104,404,270	208,797
2010	35,392,327,542	1,252,258,870	715,037,506	3,244,670,808	108,801,630	229,091
2011	36,776,384,815	1,214,154,688	662,467,841	3,639,909,830	128,077,660	242,841
% Var. 1993-2011	157%	135%	116%	2643%	1474%	1620%

Fuente: Cap-Net, Global Water Partnership y UNDP. (2005). *Planes de gestión integrada del recurso hídrico. Manual de capacitación y guía operacional.*

La GIRH surgió como respuesta a la crisis de mala administración del agua, es una estrategia necesaria para combatir su creciente escasez y contaminación. Para desarrollar la GIRH se pueden emplear un gran número de métodos y técnicas incluyendo la conservación del agua, la reutilización y la gestión de aguas residuales. Asimismo se requiere crear un marco legal e institucional que establezca principios acompa-

ñados de herramientas de trabajo y metodologías para su aplicación (Sánchez y Sánchez, 2004).

Un aspecto importante de la GIRH es la transversalidad de las políticas públicas, la cual se puede definir como la conjunción de esfuerzos de diversos organismos de la administración pública federal, estatal y municipal en pro de acciones conjuntas para resolver la problemática ligada a una misma zona, y donde la principal virtud radica en que los esfuerzos para solucionar una problemática dada, contribuyen en cierta medida a solucionar otras (Vargas *et al.* 2004).

Uno de los sustentos de la GIRH es el enfoque participativo de todos los actores implicados en la administración del agua; sin embargo, la participación de los usuarios finales se ha mantenido al margen, atribuida a la falta de mecanismos efectivos que la faciliten.

Con la GIRH se busca alcanzar un manejo integral del agua, a pesar de los esfuerzos realizados hasta ahora no se ha logrado. Lo anterior puede ser por la desarticulación que existe entre los que administran actualmente los recursos hídricos y los usuarios, estos últimos por lo regular quedan al margen de cualquier toma de decisiones. Con su acción se puede mejorar la gestión del agua, pues conocen las particularidades que existen en su entorno y, a veces, ellos mismos han desarrollado formas de hacer frente a los problemas específicos de las zonas que habitan.

### ***Participación social***

En la economía ecológica como en la gestión integral del agua, el aspecto social es significativo; en la primera se pone mayor énfasis en los costos sociales y ambientales, asimismo dentro de ésta se toman decisiones sociales y no individuales; empero, por mucho tiempo los actores sociales y los económicos han ido por direcciones diferentes. En el caso de la GIRH uno de sus sustentos es el enfoque participativo de todos los actores implicados en la administración y uso del agua.

Esta participación puede contribuir a que la gestión de servicios sea más eficiente, efectiva y duradera en términos sociales, ambientales y económicos. También puede funcionar como una herramienta que contribuya a optimizar el agua y hacer más efectivo su manejo.

La gestión participativa de los servicios públicos puede traer varios beneficios entre los que se pueden destacar los siguientes:

- Reducir la pobreza y mejorar la calidad de vida de las personas del lugar donde sea aplicada.
- Facilitar una definición coherente de las necesidades de acuerdo con el contexto y la realidad de la zona donde se lleve a cabo este tipo de gestión.
- Permitir la incorporación de actores como el sector público, privado, comunidades locales, universidades y otros, lo que a su vez fortalece y capacita la estructura de la organización local. Por lo tanto, al mejorar la comunicación e intercambio de información entre sectores, genera un ambiente de confianza.
- Identificar soluciones más eficientes, efectivas y duraderas en términos económicos, sociales y ambientales, originando beneficios colaterales.
- Incorporar múltiples conocimientos y puntos de vista para facilitar el intercambio entre saberes.
- Promover espacios de participación en otros ámbitos (Ramsar, 2002).

Rubio y Vera (2012) puntualizan que la participación social puede definirse como un proceso de interacción social donde los individuos se involucran a partir del reconocimiento de las necesidades de cambio, prevaleciendo el ejercicio de libertad individual, grupal y comunitaria sobre las normas socioculturales.

Herrera (2008) expone que la participación social para que sea útil debe cumplir las siguientes características:

Característica	Explicación
Organizada	Ha de tener un orden u armonía para que sus acciones lleguen a cumplir los objetivos marcados.
Comprometida	Los participantes han de adquirir un compromiso de participación y así beneficiar a la comunidad.

Consciente	Los participantes deben ser conscientes de la importancia de su participación.
Activa	Ha de existir un programa de acciones, y que éstas sean constantes para así obtener credibilidad.
Eficiente	Cuanto mayor sea la eficiencia de la participación, se desarrollará mayor número de acciones futuras.

Fuente: Herrera (2008). "La participación social. Apuntes de participación social."

Para la elaboración y aplicación de estrategias de participación social se deben de considerar algunos aspectos como la capacitación de todos los implicados, el acceso equitativo a la información, la aplicación de participación a través de la identificación de líderes locales y regionales. Para que la participación social funcione es necesario llevar a cabo estas estrategias, de lo contrario, es muy probable que no se obtengan beneficios tales como incrementar la eficiencia en los organismos operadores mediante las aportaciones hechas por los ciudadanos que participan, y el reconocimiento de los usuarios hacia los operadores del servicio público, ya sea que éstos sean de capital público o privado.

Entre los mecanismos que podrían usarse para obtener esa participación de la ciudadanía se hallan las encuestas, las audiencias públicas, las audiencias parlamentarias y los congresos de consenso, entre otros. Las audiencias públicas podrían dar un perfil más fino a las sensibilidades detectadas mediante encuestas. Por otra parte, las audiencias parlamentarias podrían, además de proporcionar respaldo público al proyecto, ser una fuente de información respecto al modo en que los representantes democráticos de los ciudadanos perciben el tema del bienestar social (Rowe y Frewer, 2000).

A nivel económico existen formas de participación social al momento de desarrollar proyectos que las beneficien o perjudiquen directamente, entre las formas de valoración de bienes ambientales se tienen las siguientes: el método del costo del viaje, la valoración de contingencias; en ambos es observada la sociedad para determinar qué tan factible es efectuar o dejar de hacer cierta actividad económica.



La participación social en la gestión del agua es una herramienta que puede incorporar múltiples conocimientos (tradicionales, científicos, técnicos, administrativos, entre otros), lo cual faculta tener una visión integral de los problemas y prioridades. Por otro lado, los mecanismos participativos garantizan la conservación y el acceso equitativo al servicio. Todo esto se puede promover a través de la investigación a múltiples escalas y el aprendizaje social colectivo entre los diferentes actores.

Con lo anterior, se examina que cuando se pretende hacer un proceso de participación social se debe sopesar de qué manera será ésta, la cual puede ser en el manejo de acuíferos y cuencas hidrológicas y su preservación, o bien dentro de los organismos operadores de agua. La participación debe ser igual de importante tanto en la cuestión de los acuíferos y cuencas hidrológicas como en los organismos operadores.

En los dos primeros es necesario que exista presencia ciudadana, los pobladores son quienes viven cerca de éstos y suelen ser los que se percatan de los principales cambios que se han dado en las últimas décadas; además, son los ciudadanos los que al tener cercanía con la problemática de la región pueden aportar soluciones.

Los usuarios son quienes reciben el servicio ofrecido por los organismos operadores de agua, por lo que se pueden convertir en los observadores del desempeño que tiene el organismo operador. Otra alternativa de participación social en los organismos operadores está la sociedad mediante la formación de consejos ciudadanos, que les permitan contribuir en el proceso de la toma de decisiones en las principales acciones realizadas por los organismos operadores.

La falta de programas y leyes que fomenten la participación social ha provocado que, en la mayoría de los casos, donde existe presencia de la sociedad en la toma de decisiones con relación a la gestión del agua, no se logren los resultados esperados.

La participación de los usuarios es importante en la administración del agua. No obstante, a pesar de las acciones encaminadas a fortalecerla, ésta no se ha concretado. Existe una limitada cultura organizativa de parte de las comunidades aledañas a las cuencas, empresas priva-

das e instituciones públicas locales, regionales y nacionales. También faltan programas y leyes que impulsen la participación social.

En algunos países existen casos exitosos de participación social en los que la gente ha logrado ponerse de acuerdo para mejorar la gestión del agua. Por ejemplo, se tiene como nexo común la democratización de los servicios del agua y la participación ciudadana en su gestión. (Ortega, 2006)

### ***Casos de participación social en la gestión del agua***

La participación social en cuanto a la toma de decisiones con relación a la gestión del agua es importante, debido a que es la sociedad quien se ve beneficiada o perjudicada. Aunque la falta de programas y leyes que describan e incentiven la forma de llevarse a cabo dicha participación, ha provocado que donde se ha dado ésta no ha resultado como se esperaba.

Ortega (2006) menciona que a pesar de esto, existen algunos casos de éxito entre los que se tiene como nexo común la democratización de los servicios del agua y la participación ciudadana en su gestión. Por medio de diversos modelos se ha conseguido mejorar notablemente la eficacia, la calidad del servicio, la receptividad de los ciudadanos y los logros sociales de las empresas públicas del agua.

Se tiene a la ciudad brasileña de Porto Alegre, donde la transparencia en el funcionamiento de la empresa, el control democrático de las decisiones económicas y estratégicas y la participación ciudadana en la fijación de prioridades durante la fase de planificación, se han logrado por las reuniones públicas. Dichos logros se han alcanzado gracias al compromiso político del PT (Partido de los Trabajadores) que dirigía a los gobiernos municipales durante la implantación de estos sistemas participativos. Otro factor fue el papel jugado por ASSEMAE (Asociación Nacional de Servicios Municipales de Agua y Saneamiento) como difusor de dichos sistemas.

En 1979, en Córdoba, España, se establece un modelo participativo en todas las empresas públicas municipales y en particular en la Empresa Municipal de Aguas de Córdoba. La participación se realiza

directamente en el Consejo de Administración, órgano ejecutivo encargado de adoptar las decisiones importantes sobre la gestión de la empresa. El Consejo se ha convertido en un foro de discusión y de búsqueda de soluciones en las que se han tenido en cuenta los intereses de los ciudadanos (Ortega, 2006).

En Venezuela desde 1999 se está desarrollando un modelo de participación de los usuarios en la gestión del agua. El elemento clave son los consejos comunitarios de aguas, formados por las comunidades locales, las empresas de agua y los funcionarios. Los ciudadanos se involucran de manera activa en la toma de decisiones ejerciendo un control democrático sobre la empresa, responsabilizándola de los planes de trabajo y colaborando por medio de cooperativas de trabajadores.

En Cochabamba, Bolivia, en el año 2000, la empresa pública SEMAPA fue objeto de profundas reformas para asegurar su control por los ciudadanos y hacer una gestión compartida. En 2002, los ciudadanos eligieron directamente tres de los siete miembros de la Junta Directiva. Además, mediante una asociación pública y colectiva, SEMAPA, se está trabajando con los comités de agua.

En 2003, el estado indio de Tamil Nadú, inició un programa de transformación institucional de los servicios públicos de agua. El objetivo era transformar la empresa pública en una organización más centrada en las personas, más receptiva ante la comunidad, más transparente y con un mejor sistema de rendición de cuentas. Se creó como un instrumento de participación de un koodam (concepto tradicional en la sociedad india), en que todos los actores, incluidos los gerentes de las empresas de agua, interactúan como iguales, sin distinción de rangos o privilegios, con el objetivo común de aprender del otro y con el otro (Ortega, 2006).

En estas experiencias mencionadas, se contempla la participación de otros actores involucrados en la gestión del agua, en todos éstos existe la presencia por parte del Estado, quien con el diseño de programas y políticas promueve la intervención de la sociedad.

## Conclusiones

En las últimas décadas, al aceptar que existe una crisis ambiental, surgió el paradigma de la economía ecológica que reconoce las implicaciones que tienen las actividades económicas, sociales y ambientales sobre el sistema ecológico, sin centrarse únicamente en el aspecto monetario.

Dentro del modelo de la economía ecológica, la participación social es importante para lograr la interrelación entre el sistema económico y el ecológico; si la sociedad se ve afectada tanto por problemas económicos como ambientales, mediante su participación puede manifestarlos y buscar una solución.

Durante mucho tiempo, la gestión del agua ha estado a cargo de la administración por parte del Estado; y éste no ha cubierto las necesidades de la ciudadanía con respecto a este servicio, es por ello que se ve como una posibilidad de mejorar la participación social, la gente mediante sus conocimientos puede ayudar a favorecer la gestión de agua y con ello cubrir una mayor parte de las necesidades que se deben de satisfacer con su suministro.

Existen algunos casos en los que se ha dado la participación social en la gestión del agua, en donde se observa que es importante el trabajo conjunto entre la comunidad y el Estado; éste no debe desaparecer ya que es importante que genere políticas, leyes y programas que vayan encaminados a fortalecer la participación social en la gestión del agua.

## Referencias bibliográficas

- Agrupación Global Unions (2009). *Declaración a la Cumbre del G20 en Londres*.
- Barkin, D., Fuente, Carrasco M.; Tagle, Zamora D. (2012). “La significación de una economía ecológica radical.” *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, vol. 19: 01-14.
- Cap-Net, Global Water Partnership y UNDP (2005). *Planes de gestión integrada del recurso hídrico. Manual de capacitación y guía operacional*. Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional (CIDA).

- Common, M.; Stagl, S. (2008). *Introducción a la economía ecológica*. Traducción: AMT Traducciones; versión española revisada por Álvaro Isidro Paños Cubillo y Alfredo Cadenas Marín. Reverté, Barcelona.
- Foladori, G. (2005). “La economía ecológica”, en: G. Foladori y N. Pierri (coord.). *¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable*, Colección América Latina y el Nuevo Orden Mundial. UAZ, Cámara de Diputados LIX Legislatura. Miguel Ángel Porrúa. México. Pp. 186-196.
- Herrera, Hernández J.M. (2008). “La participación social. Apuntes de participación social.” Disponible en: <http://juanherrera.files.wordpress.com/2008/10/participacion-social.pdf>
- Martínez, Alier J., (con la colaboración de Roca, J. y Sánchez, J.) (1998). *Curso de economía ecológica* (ed. rev.). PNUMA. México.
- Naredo, J.M. (2011). “Fundamentos de la economía ecológica”, en: Aguilera, F. y Alcántara, V. (comp). *De la economía ambiental a la economía ecológica* (ed. rev.). ICARIA: FUHEM. Barcelona.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). División de Ciencias del Agua (2003). *Agua para todos, Agua para la vida. Resumen del Primer Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo*. París.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). División de Ciencias del Agua (2006). *El agua, una responsabilidad compartida. Resumen Ejecutivo del Segundo Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo*. París.
- Ortega de Miguel, E. (2006). “Modelos de participación ciudadana: algunas experiencias”, en *Pueblos. Revista de información y debate*. Disponible en <http://www.revistapueblos.org/spip.php?article1042>.
- Ramsar, I. (2002). “*Humedales: agua, vida y cultura*.” 8a. Reunión de la Conferencia de las Partes Contratantes en la Convención sobre los Humedales. Valencia, España, 18 a 26 de noviembre de 2002. La Gestión Ambiental Participativa (GAP) como herramienta para el Manejo y Uso Racional de los Humedales.

- Row, G. y Frewer, J. (2000). “Public Participation Methods: A Framework for Evaluation”, *Science, Technology and Human Values*, 25/1: 3-29.
- Rubio, Méndez D. y Vera, Vergara V. (2012). “Comunidad y participación social. Un debate teórico desde la cultura”, en: *Contribuciones a las Ciencias Sociales*, abril de 2012, [www.eumed.net/rev/cccss/20/](http://www.eumed.net/rev/cccss/20/)
- Sánchez T., L. D. y Sánchez, T. A. (2004). “Uso eficiente del agua.” IRC International Water and Sanitation Centre. Ponencias sobre una perspectiva general temática.
- Vargas Valencia, Juan C., Días Nigenda, Juan J., y Ibarrola Reyes, Héctor J. (2004). “La gestión integrada de los recursos hídricos en México: Nuevo paradigma en el manejo del agua”, en: Cotler, H. (comp). *El manejo integral de cuencas en México. Estudios y reflexiones para orientar la política ambiental*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales e Instituto Nacional de Ecología. México.



## RESUMEN

Experimentar con sistemas dinámicos a tiempo discreto, puede representar un recurso didáctico importante en la investigación de las propiedades de los sistemas dinámicos y de sus posibles aplicaciones a disciplinas como la economía. Como una ilustración de esta posibilidad didáctica, en este documento se presenta una breve introducción a la actividad de los sistemas dinámicos a tiempo discreto mediante ejemplos asistidos por el lenguaje simbólico *Mathematica*. Dichos sistemas son esencialmente mapas iterados. En una primera parte, construimos órbitas de puntos bajo iteración de funciones reales y complejas. Si  $x$  es un número real o un número complejo, entonces la órbita de  $x$  bajo  $f$  es la sucesión  $\{x, f(x), f(f(x)), \dots\}$ . Estas sucesiones pueden ser convergentes o sucesiones que tienden a infinito. En particular, para probar este comportamiento en sucesiones complejas, será necesario el concepto de derivada de una función compleja. En una segunda parte, utilizamos los conceptos revisados en la primera para construir conjuntos Julia, éstos se adquieren de asignar colores a los puntos en una malla rectangular de acuerdo al comportamiento de sus órbitas bajo la función compleja estudiada, los colores se asignan de acuerdo a la clasificación de los puntos. El dibujo obtenido, el conjunto Julia, es un fractal. No obstante, la imagen que se logra será siempre una aproximación.

*Palabras clave: iteración, sistema dinámico, Mathematica, punto fijo, órbita, conjunto Julia.*

## ABSTRACT

Experiment with discrete time dynamical systems, may represent an important educational resource in the investigation of the properties of dynamical systems and their potential applications to disciplines such as economics. As an illustration of this possibility teaching, this paper provides a brief introduction to the dynamics of discrete-time dynamic systems using examples assisted by the symbolic language *Mathematica*. Such systems are essentially iterated maps. In the first part, we construct orbits of points under iteration of real and complex functions. If  $x$  is a real number or a complex number, then the orbit of  $x$  under  $f$  is the sequence  $\{x, f(x), f(f(x)), \dots\}$ . These sequences may be convergent or sequences that tend to infinity. In particular, to test this behavior in complex sequences will require the concept of derivative of a complex function. In a second part, we use the concepts reviewed in the first to build Julia sets, these sets are obtained by assigning colors to a rectangular grid points according to the behavior of their orbits under the studied complex function, the colors are assigned according to the classification of the points. The pattern obtained, the Julia set is a fractal. However, the image obtained is always an approximation.

*Key words: iteration, dynamic system, Mathematica, fixed point orbits, Julia set.*



# Una aproximación experimental a los sistemas dinámicos discretos con Mathematica

An experimental approach to discrete dynamical systems with Mathematica

*Michael Rojas Romero*<sup>1</sup>

- 1 Nacionalidad: Mexicana. Grado: Maestro en Ciencias. Especialización: Economía matemática y econometría. Adscripción: Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias. Facultad de Economía. Correo electrónico: mirojasmx@yahoo.com.mx.

**Fecha de recepción: 5 de febrero de 2013**

**Fecha de aceptación: 1ro. de octubre de 2013**

## Introducción

Es bien conocido que los modelos no lineales aplicados al estudio de fenómenos económicos se pueden formular como modelos dinámicos a tiempo continuo o a tiempo discreto (ver Gabisch y Lorenz (1989); Guckenheimer y Holmes (1983)). El tiempo en economía, sin embargo, es a menudo discontinuo (discreto) porque las decisiones en economía no pueden ser continuamente revisadas. Es por esta razón que los sistemas dinámicos a tiempo discreto, representados por ecuaciones en diferencias, o más correctamente, por la aplicación iterada de mapas, a menudo son un instrumento más adecuado para modelar procesos económicos dinámicos. Entonces, es útil analizar las peculiaridades de sistemas dinámicos a tiempo discreto dada su importancia particular en el análisis de procesos económicos dinámicos.

De hecho, en la actualidad muchos resultados se han obtenido acerca de sistemas dinámicos discretos (ver por ejemplo Devaney (1987), Guckenheimer y Holmes (1983), Gumowski y Mira (1980), looss (1979), looss y Joseph (1980), Wiggins (1988)). Por ejemplo, las propiedades dinámicas y bifurcaciones de un mapa iterado unidimensional son ahora bien conocidas, así como sus implicaciones sobre los comportamientos periódicos y caóticos de sus trayectorias (ver por ejemplo Sharkovsky, Kolyada, Sivak y Fedorenko (1997); de Melo y van Strien (1991)). El objetivo principal de este trabajo es analizar sistemas dinámicos a tiempo discreto, construyendo órbitas de puntos bajo iteración de funciones reales y complejas, además de conjuntos Julia. Se hace utilizando una aproximación experimental con el lenguaje simbólico *Mathematica*.

Para sus desarrolladores Wolfram Research Inc, *Mathematica* es un sistema para “hacer matemática por computadora”. Está diseñado para tres plataformas básicas: DOS, Windows y UNIX. La estructura básica de *Mathematica* se compone de tres partes: el Kernel, el Front End y Library. El Kernel es idéntico para las tres plataformas y el Front End distinto. El Kernel hace el trabajo computacional. El Front End acepta inputs proporciona outputs y generalmente organiza la información en una sesión de *Mathematica*. El Front End y el Kernel se comunican

mediante un protocolo de comunicación llamado *MathLink*. Hay tres tipos básicos de Front End: Microsoft Windows, Makintosh y UNIX. Estos Front Ends usan notebooks *Mathematica* como la interface entre el usuario y el Kernel. Los notebooks *Mathematica* son similares a hojas de cálculo electrónicas que permiten integrar en *Mathematica* instrucciones de entrada, salidas del kernel y texto. Lo que puede hacer *Mathematica* depende de la versión utilizada del programa. En este trabajo usamos la versión 8 y la plataforma Windows.

*Mathematica* ha mostrado ser un sistema útil en la investigación experimental de sistemas dinámicos discretos lineales y no lineales. Esta aproximación experimental puede representar un recurso didáctico importante en la investigación de los sistemas dinámicos.

### 1. Gráfica de la órbita de un punto

Dados una función  $f$  y un punto inicial  $x_0$ , el efecto de aplicar sucesivamente la función  $f$  al punto  $x_0$ , produce las iteradas de la función  $f$  en el punto  $x_0$ , o la *órbita* de  $f$  en el punto  $x_0$ , representada por  $O(x_0)$ , es decir,

$$O(x_0) = \{x_0, f(x_0), f^2(x_0), f^3(x_0), \dots, f^n(x_0), \dots\}$$

donde  $f^n(x)$  representa a  $f$  compuesta con  $f^{n-1}$ , es decir,  $f \circ f^{n-1}$ . Este procedimiento iterativo origina un *sistema dinámico a tiempo discreto* caracterizado por aplicar una función a un punto una y otra vez.

#### 1.1 Iteración de una función

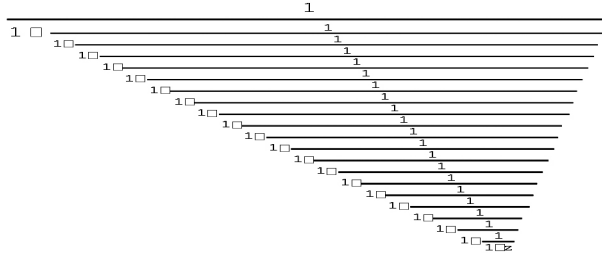
Las iteraciones de funciones se pueden hacer con el comando **Nest** de *Mathematica*.

?Nest

Nest[f, expr, n] gives an expression with f applied n times to expr.

Por ejemplo, la primera línea del siguiente código define la función  $f(z) = 1/(1+z)$ , la segunda itera esta función veinte veces en el punto  $z$  y la tercera línea es el output de la segunda.

```
f[z_]:=1/(1+z)
Nest[f, z, 20]
```



El valor numérico de esta iteración cuando  $z = 0.2$  es

```
N[Nest[f, 0.2, 20]]
0.618034
```

### 1.2 Cálculo de la órbita de un punto

NestList es un comando que proporciona un segmento de la órbita de un punto bajo la acción de alguna función real. Por ejemplo, calculamos 20 iteraciones iniciando con  $z=1$  (20 elementos de la órbita del punto 1).

```
NestList[f, 1, 20]
```

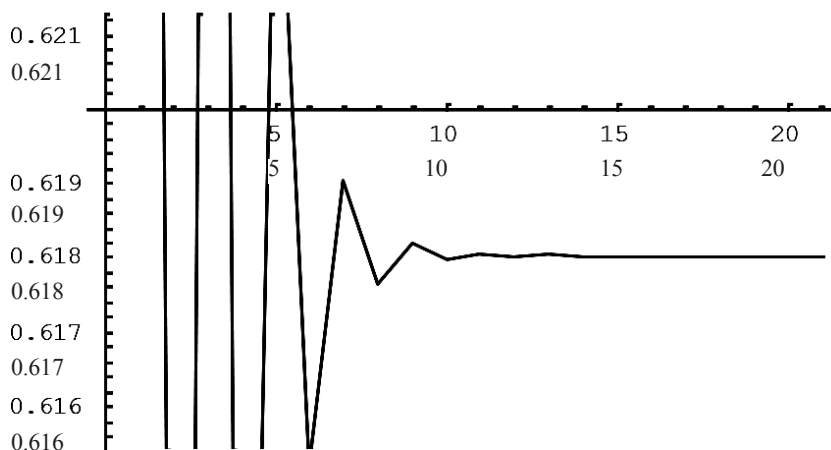
■	$\frac{1}{2}$ ,	$\frac{2}{3}$ ,	$\frac{3}{5}$ ,	$\frac{5}{8}$ ,	$\frac{8}{13}$ ,	$\frac{13}{21}$ ,	$\frac{21}{34}$ ,
	$\frac{34}{55}$ ,	$\frac{55}{89}$ ,	$\frac{89}{144}$ ,	$\frac{144}{233}$ ,	$\frac{233}{377}$ ,	$\frac{377}{610}$ ,	$\frac{610}{987}$ ,
	$\frac{987}{1597}$ ,	$\frac{1597}{2584}$ ,	$\frac{2584}{4181}$ ,	$\frac{4181}{6765}$ ,	$\frac{6765}{10946}$ ,	$\frac{10946}{17711}$	

Su representación decimal se puede obtener de la siguiente manera:

```
NestList[f, 1.0, 20]
{1.,0.5,0.666667,0.6,0.625,0.615385,0.619048,0.617647,0.61818
2,0.617978,0.618056,0.618026,0.618037,0.618033,0.618034,0.61
8034,0.618034,0.618034,0.618034,0.618034,0.618034}
```

Como se ve, los valores de la órbita de 1 convergen aparentemente al valor 0.618034. Esta convergencia se puede también observar gráficamente usando el comando ListPlot.

```
ListPlot[NestList[f,1.0,20],PlotJoined→ True]
```



El comando FixedPointList[f,expr] da como resultado de la composición repetida de  $f$  una lista  $\{z, f[z], ff[z], \dots\}$  hasta que sus términos no cambian más. Por ejemplo, la iterada del punto  $z = 1.0$  para la función  $f$  es

```
FixedPointList[f, 1.0, 1000]
```

```
{1.,0.5,0.666667,0.6,0.625,0.615385,0.619048,0.617647
,0.618182,0.617978,0.618056,0.618026,0.618037,0.618
033,0.618034,0.618034,0.618034,0.618034,0.618034, 0.
618034,0.618034,0.618034,0.618034,0.618034,0.61803
4,0.618034,0.618034, 0.618034,0.618034,0.618034,0.61
8034,0.618034,0.618034,0.618034,0.618034, 0.618034,
0.618034,0.618034,0.618034}
```

El comando `FixedPoint[f,x]` opera como el anterior, pero únicamente proporciona el valor que se hace fijo:

```
FixedPoint[f, 1.0, 1000]
0.618034
```

El mismo comando `NestList` calcula la órbita de un punto bajo la acción de alguna función compleja:

```
NestList[Sin, 1.0 + I, 5]
{1.+TM,1.29846+0.634964TM,1.16392+0.182506TM,0.933697+ 0.07
26277TM,0.805946+0.0432418TM,0.72216+0.0299512TM}
```

Es posible sustituir en el comando **NestList** la `f` por una función explícita. El siguiente comando proporciona los primeros seis puntos de la órbita del número complejo  $1 + I$  bajo la iteración de la función  $f: z \rightarrow z^2 - 1$ .

```
NestList[(#^2 - 1)&, 1.0 + I, 5]
. . □ 2. □, □ 4. □ 4. □, □ 1. □ 32. □, □ 1024. □ 64. □, 1.04448 □ 106 □ 1.
```

### 1.3 Gráfica de la órbita de un punto

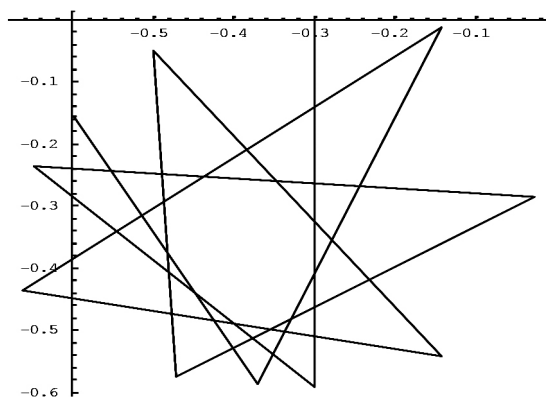
Es posible crear una sucesión de números complejos usando la función pura **(Re[#],Im[#])&**.

```
Re # & | Im # & | NestList [#^2 - 0.39 - 0.59I] &, {-0.3, 10}
```

```
{{-0.3,0},{-0.3,-0.59},{-0.6481,-0.236},{-0.0256624,-0.284097},{-0.470052,-  
0.575419},{-0.500157,-0.049046},{-0.142248,-0.540939},{-0.66238,-0.436105},-  
{-0.14144,-0.0122653},{-0.370145,-0.58653},{-0.597011,-0.155797}}
```

Aplicando el comando **ListPlot** a esta sucesión de números, se obtiene la gráfica de esta sucesión.

```
ListPlot[{Re[#],Im[#]}&/@NestList[(#^2 - 0.39 - 0.59I)&, -0.3, 10],  
PlotJoined→True, AspectRatio → Automatic, PlotRange → All]
```



...Graphics...

Esta es una órbita acotada.

Graficamos la órbita de longitud  $n$  del número complejo  $z$  bajo la iteración de la función  $f$ :

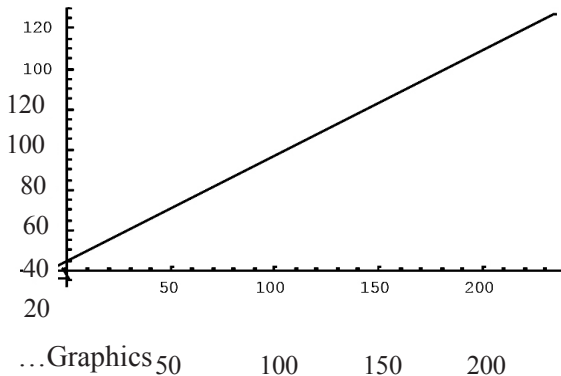
```

orbitacompleja[f_, z_, n_, t_ : Automatic] :=
ListPlot[{Re[#], Im[#]} & /@ NestList[f, z, n],
PlotJoined -> True, AspectRatio -> Automatic, PlotRange -> All, Ticks -> t];

```

La gráfica de longitud 6 del punto  $-0.2 + 0.5I$  bajo la iteración de la función  $f(z) = z^2 - 1 + I$  (o la función pura  $(\#^2 - 1 + I) \&$ ) es

```
orbitacompleja[(#^2-1+I)&, -0.2 + 0.5I, 6]
```



Esta es una órbita no acotada.

#### 1.4 Tipo de órbitas

La órbita de un punto  $z$  bajo iteración de  $f$  es acotada si existe un número real  $x \in \mathfrak{R}$  tal que  $|f^n(z)| \leq M$  para todo  $n \in \mathbb{N}$ . Si una órbita no está acotada se dice que no es acotada.

Las dos gráficas anteriores son ejemplos de órbita acotada y no acotada.



### 1.5 Puntos fijos y órbitas periódicas

Sea  $f: X \rightarrow X, X \subseteq \mathbb{C}$ . Se dice que  $z$  es un punto fijo de  $f$  si  $f(z) = z$ . Se dice también que  $\infty$  es un punto fijo de  $f$  si  $|f(z)| \rightarrow \infty$  cuando  $|z| \rightarrow \infty$ .

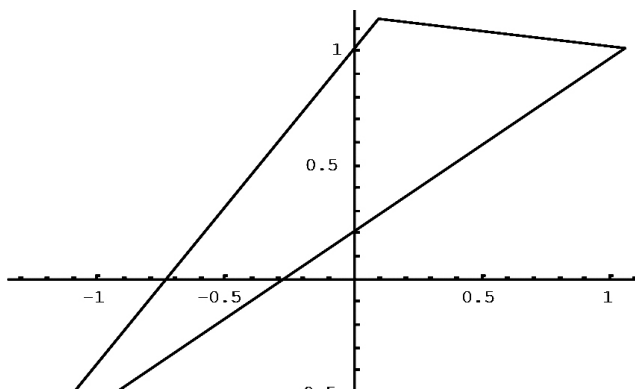
Se dice que  $z$  es un punto periódico de periodo  $n$  de  $f$  si  $f^n(z) = z$ . En este caso la órbita de  $z$  bajo  $f$  es  $(z, f^1(z), f^2(z), \dots, f^{n-1}(z), z, f^1(z), \dots)$ . Si  $n$  es el menor número entero tal que  $f^n(z) = z$ , entonces se dice que  $z$  tiene primer periodo  $n$ . Si  $z$  tiene periodo  $k$ , entonces es un punto fijo de  $f^k$  y  $f^k(z)$  es un punto fijo de  $f^{k+1}$ , etcétera. La órbita de un punto de periodo  $n$  se llama ciclo de periodo  $n$ .

Por ejemplo si  $f(z) = z^2 - 1$ , los puntos  $-1$  y  $0$  tienen periodo 2, como se ve en el resultado:

```
NestList[ (#^2 - 1) &, -1, 4]
{-1, 0, -1, 0, -1}
```

La siguiente gráfica muestra una órbita de periodo 3:

```
orbitacompleja[ (#^2 - 1) &, - 1.2904912332417333 - 0.7792817182359892I, 15]
```



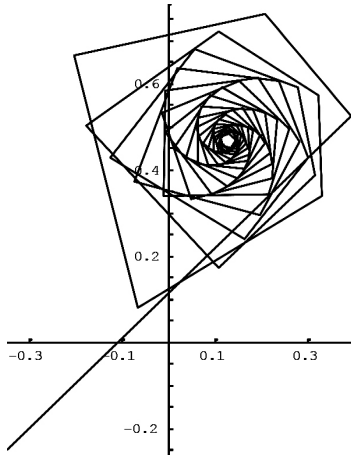
...Graphics...

## 1.6 Órbitas convergentes

Asumir que la función  $f$  es continua y que la órbita del punto  $z$  converge a  $\beta$  de modo que  $f^n(z) \rightarrow \beta$  cuando  $n \rightarrow \infty$ .

Ya que  $f$  es continua,  $f(f^n(z)) = f^{n+1}(z) \rightarrow f(z) \rightarrow f(\beta)$  cuando  $n \rightarrow \infty$  de modo que  $f(\beta) = \beta$ . Esto significa que si una órbita de un punto bajo  $f$  es convergente, debe converger a un punto fijo de  $f$ . En la siguiente gráfica, parece que la órbita es convergente:

```
h[z_]:=z^2+0.33+0.35 I;
orbitacompleja[h,-0.35-0.25I,100,
{{-0.3,-0.1,0.1,0.3},Automatic}]
```



...Graphics...

Para verificar esta convergencia, primero encontramos los puntos fijos de la función  $h$ :

```
NSolve[h[z]==z,z]
{{z -> 0.126485 + 0.468522 I},
 {z -> 0.873515 - 0.468522 I}}
```

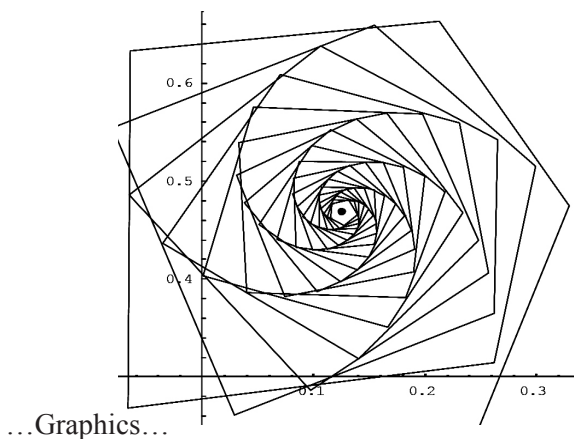
Ahora calculamos parte de la órbita del punto  $-0.35 - 0.25 I$  (están sólo los últimos 10 puntos en la órbita de 0 a 350):

```
Drop[NestList[h,-0.35-0.25I,350], 340]
{0.126474 +0.468518™,0.126487+0.46851™,0.126497 +0.468521™,0.12649 +0.468533
™,0.126477+0.468529™,0.126477+0.468516™,0.126489+0.468513™,0.126495+0
.468524™,0.126487+0.468532™,0.126476+0.468526™,0.126479+0.468515™}
```

Parece que la órbita del punto  $-0.35 - 0.25 I$  converge al punto fijo  $\beta = 0.126485 + 0.468522 I$ .

La órbita de un punto distinto bajo  $h$  converge al mismo punto fijo como se muestra en la siguiente gráfica en color gris:

```
ListPlot[{Re[#], Im[#]}&/@NestList[(#^2 + 0.33 + 0.35I)&, 0.25 + 0.25I, 100],
PlotJoined -> True, AspectRatio -> Automatic,
PlotRange -> All, Epilog -> {PointSize[0.02], Hue[0, 0, 0.5],
Point[{0.12648530502056088, 0.4685223898047904}]}]
```



Este resultado es explicado por el *teorema del mapeo de contracción para complejos*. Según este teorema, si  $A$  es un subconjunto cerrado y acotado de  $C$  y  $f: A \rightarrow A$  un mapeo de contracción, entonces el teore-

ma dice que  $f$  tiene exactamente un punto fijo  $a$  en  $A$ . Además, si  $z$  es cualquier elemento de  $A$ , entonces la sucesión  $f^n(z)$  converge a  $a$ .

Una condición suficiente para que una función sea un mapeo de contracción en un subconjunto de su dominio es el siguiente:

si  $f$  tiene un punto fijo en  $a$  y es analítica en una vecindad de  $a$  y si  $|f'(a)| < 1$ , entonces existe un disco,  $D$ , de centro  $a$  de tal manera que  $f$  es un mapeo de contracción sobre  $D$ .

Por ejemplo encontramos anteriormente que la función  $h$ ,  $h(z) = z^2 + 0.33 + 0.35I$ , tiene un punto fijo  $a = 0.126485 + 0.468522 I$ . Comprobamos la derivada de  $h$  en este punto:

```
Abs[2 (0.126485 + 0.468522 I)]
0.97059
```

Entonces, hay una vecindad del punto fijo  $a = 0.126485 + 0.468522 I$  tal que la órbita de todo punto en la vecindad converge a  $a$ .

### 1.7 Ciclos atractores y repulsores

Asumir que la función compleja  $f$  es analítica en una región  $A$  de  $C$ , y que tiene un punto fijo en  $a \in A$ . Entonces se dice que  $a$  es:

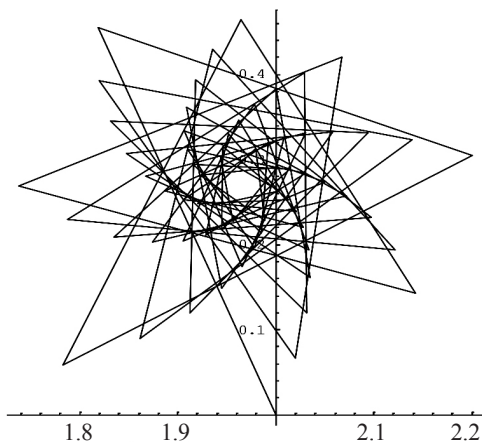
un punto fijo atractor si  $|f'(a)| < 1$ ;  
 un punto fijo repulsor si  $|f'(a)| > 1$ ;  
 un punto fijo neutral si  $|f'(a)| = 1$ .

Es posible demostrar que si  $a$  es un punto fijo atractor, entonces existe una vecindad  $D$  de  $a$  tal que si  $b \in D$ , la órbita de  $b$  converge a  $a$ . Se mostró una órbita de la función  $h$  que converge a un punto fijo atractor.

Si  $a$  es un punto periódico repulsor de  $f$ , entonces existe una vecindad  $N$  de  $a$  tal que si  $b \in N$ , hay puntos en la órbita de  $b$  que no están en  $N$ . (La órbita de  $b$  sale de  $N$ , aunque puede volver a  $N$ .)

La órbita de un punto bajo una función trigonométrica que converge a un punto fijo se muestra enseguida:

```
orbitacompleja[(2 + 0.5I) Sin[#] &, 2, 65]
```



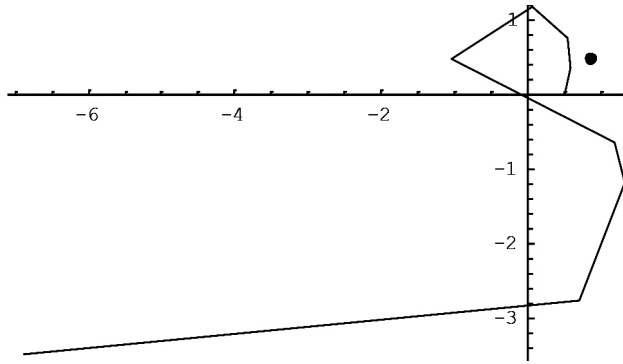
...Graphics...

Lo comprobamos hallando un punto fijo de esta función:

```
FindRoot[(2+0.5I Sin[z],{z,1.96+0.2731}]
{z -> 1.96563 + 0.268928I}
```

La órbita de un punto que está siendo repelido de una vecindad de un punto fijo repulsor de la función  $h(z) = z^2 + 0.33 + 0.35I$  se ilustra enseguida:

```
ListPlot[{Re[#], Im[#]} & /@ NestList[ (#^2 + 0.33 + 0.35I) &, 1 - 0.5, 8],
PlotJoined -> True, AspectRatio -> Automatic,
PlotRange -> All, Epilog -> {PointSize[0.02],
Point[{0.873514699456611, 0.46852239083117725}]}
```



...Graphics...

### 1.8 Ciclos atractores y repulsores de periodo primo mayor de uno

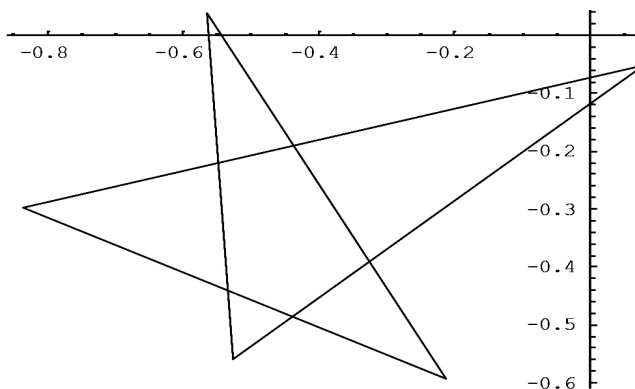
Si  $f$  es analítica en un subconjunto  $A$  de  $C$ , de modo que es  $f^k$ , y si  $f^k$  tiene un punto fijo  $a \in A$ , entonces este punto fijo es atractor, repulsor o neutral según si  $|(f^k)'(a)|$  es menor, mayor o igual a 1. El correspondiente ciclo de periodo  $k$ ,  $\{a, f(a), \dots, f^{k-1}(a)\}$ , se llama atractor, repulsor o neutral, respectivamente. La derivada de  $f^k$  es la misma en cada punto del ciclo anterior. La derivada de  $f^k$  en su punto fijo se puede calcular de la siguiente manera:

$$(f^k)'(a) = f'(a) f'(f(a)) \dots f'(f^{k-1}(a))$$

De esta manera, la fórmula para  $(f^k)'(a)$  no involucra el cálculo de  $f^k$ , es el producto de las derivadas de  $f$  en cada punto del ciclo.

Un ciclo atractor de periodo 5 se obtiene como sigue:

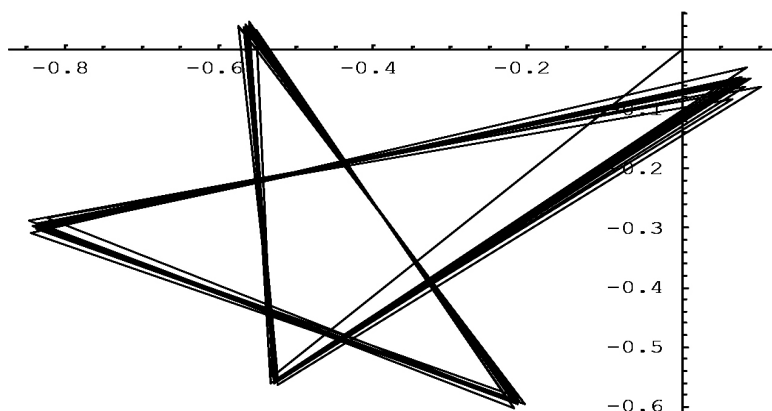
```
a = orbitacompleja[(#^2 - 0.53 - 0.55I) &,
0.07978143067846499 - 0.05170047012496698I, 10]
```



...Graphics...

La órbita de un punto atraído al ciclo anterior se obtiene de la siguiente manera:

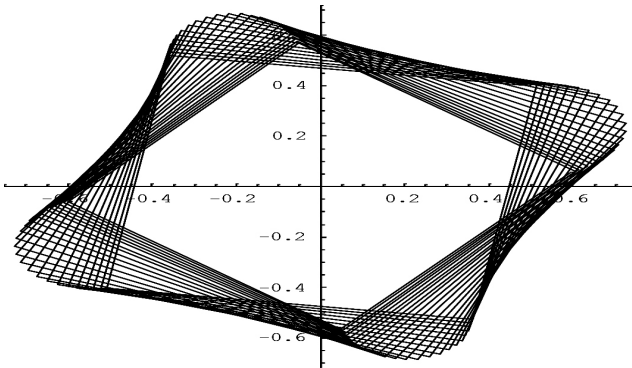
`b = orbitacompleja[(#^2 - 0.53 - 0.55I) &, 0, 100]`



...Graphics...

La órbita de un punto bajo una función trigonométrica atraído a un ciclo de fase 4 es:

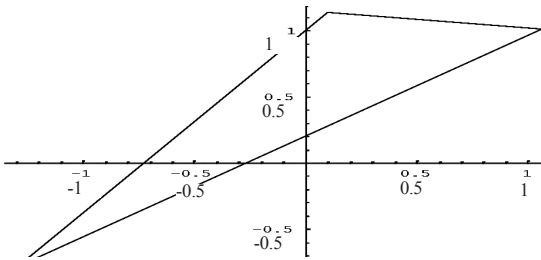
`orbitacompleja[I Sin[#] &, 0.5 + 0.4I, 100]`



...Graphics...

Un ciclo repulsor de fase 3 se tiene como sigue:

`c = orbitacompleja[ (#^2 - 1) &, -1.2904912332417333 - 0.7792817182359892I, 15]`

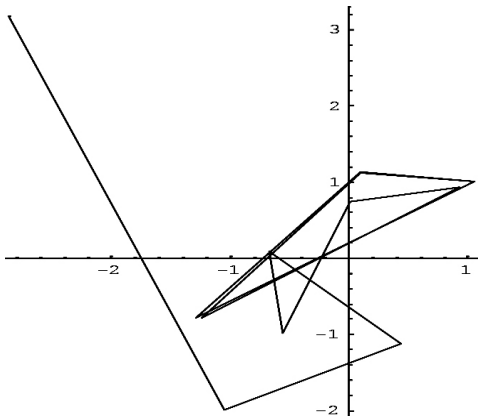


...Graphics...

La órbita de un punto que es repelido por el ciclo de fase 3 anterior es la siguiente:

`d = orbitacompleja[ (#^2 - 1) &, -1.2904 - 0.7792I, 13]`





...Graphics...

### 1.9 Cuencas de atracción

Sea  $f$  una función compleja con un punto fijo atractor  $a$ . La cuenca de atracción del punto fijo  $a$  bajo  $f$  se define como el conjunto  $\{z \in \mathbb{C}: f^n(z) \rightarrow a \text{ cuando } n \rightarrow \infty\}$ .

Como ilustración retomamos la función  $h(z) = z^2 + 0.33 + 0.35I$ . Encontramos los puntos fijos de  $h$  y comprobamos si son atractores:

```
h[z_]:= z^2+0.33+0.35I
Replace[z, NSolve[h[z]=z, z]]
{0.126485 +0.468522 i, 0.873515 -0.468522i}
```

```
Abs[D[h[z], z]]/.z%
{0.970591, 1.98246}
```

El punto  $x = 0.126485 + 0.468522 I$  es un punto fijo atractor de  $h$ . Para encontrar algunos puntos en la cuenca de atracción de  $x$ , elegimos un punto “cerca” de  $x$  y calculamos parte de su órbita. Como no se conoce la extensión de la cuenca de atracción, algo de prueba y error es necesario para elegir el punto. Borrarnos los primeros 190 términos de la órbita con el comando Drop:

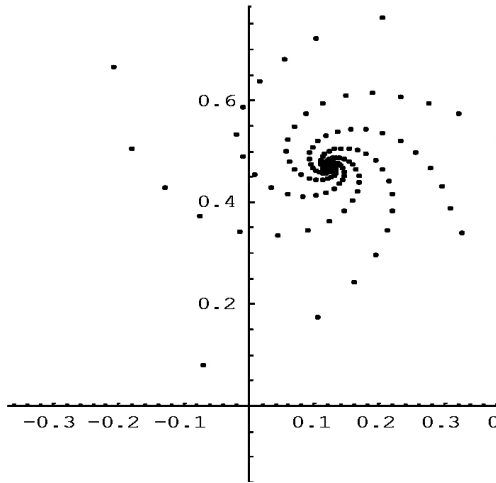
**Drop[NestList[h, -0.35-0.25I, 200], 190]**

```
{0.125799 + 0.469392 I, 0.125496 + 0.468098 I, 0.126633 + 0.467489 I,
0.12749 + 0.468399 I, 0.126856 + 0.469432 I, 0.125725 + 0.4691 I,
0.125752 + 0.467956 I, 0.126831 + 0.467693 I, 0.12735 + 0.468636 I,
0.126598 + 0.469361 I, 0.125727 + 0.468841 I}
```

Al parecer, el punto que elegimos está en la cuenca de atracción de  $x$ . Todos los otros puntos en su órbita también se encuentran en la cuenca de atracción de  $x$ . Puntos en la cuenca de atracción de  $x$  son:

```
orbitacompleja[f_,s_,n_]:=ListPlot[{Re[#],
Im[#]}&/@NestList[f,s,n],
AspectRatio→Automatic,PlotRange→All,
PlotStyle→PointSize[0.011]]
```

```
bl = orbitacompleja[(#^2 + 0.33 + 0.35I) &, -0.35 - 0.25I, 200]
```



...Graphics...

Los 200 puntos de la órbita anterior pertenecen a la cuenca de atracción de  $x$ . No obstante, por supuesto, hay una infinidad (no numerable) de puntos ya que la cuenca de atracción contiene un disco,  $x$  en el centro.

### 1.10 Cuenca de atracción de un ciclo atractor de periodo $p > 1$

Sea  $f$  una función con un ciclo atractor,  $c = \{z_1, z_2, \dots, z_p\}$ , de periodo  $p > 1$ . Entonces los puntos del ciclo son puntos fijos atractores de  $f^p$  y así cada  $z_k$  tiene una cuenca de atracción,  $B_k$ , que consiste en todos los puntos de  $C$  cuyas órbitas bajo la acción de  $f^p$  convergen a  $z_k$ . La unión de todas estas cuencas de atracción se define como la cuenca de atracción del ciclo atractor  $c$  bajo la acción de  $f$ .

Como ilustración consideramos una función con un ciclo atractor de periodo 2.

```
j[z_]:=z^2-1-0.2I;
```

Encontramos puntos fijos de  $j^2$  y comprobamos si son atractores:

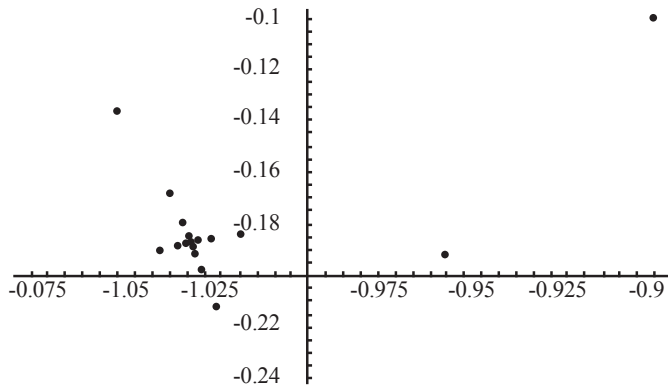
```
Replace[z, NSolve[j[j[z]] = z, z]]
```

```
{-1.03393 - 0.187291 i, -0.621583 - 0.0891597i,  
0.0339271 + 0.187291 i, 1.62158 + 0.0891597 i}
```

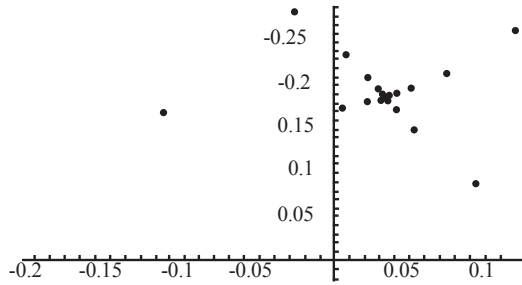
```
Abs[D[j[j[z]], z]]/.z->%
```

Se ve que  $j^2$  tiene dos puntos fijos atractores, de modo que  $j$  tiene un ciclo atractor de periodo 2, por ejemplo  $\{a_1, a_2\}$ . Graficamos algunos puntos en cada una de las cuencas de atracción de estos 2 puntos fijos bajo la acción de  $j$ . Primero elegimos el punto  $-0.9-0.1I$ , que es 'cerca' al punto  $a_1$  y graficamos parte de su órbita; después graficamos parte de la órbita de  $j[-0.9-0.1I]$ , que está 'cerca' de  $a_2 (=j[a_1])$ .

orbitacompleja[Composition[j,j], -0.9 - 0.1I, 100]



orbitacompleja[Composition[j,j], j[-0.9 - 0.1I], 100]



Todos los puntos en estas gráficas forman parte de la cuenca de atracción del ciclo atractor  $\{a_1, a_2\}$  de  $j$ .

### 1.11 La cuenca de atracción de infinito

Si infinito es un punto fijo atractor de  $f$ , entonces la cuenca de atracción de infinito se define como el conjunto  $\{z \in \mathbb{C}; f^n(z) \rightarrow \infty \text{ cuando } n \rightarrow \infty\}$ .

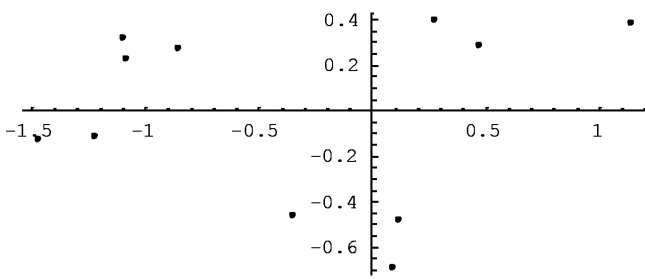
Primero encontramos un punto cuya órbita tiende a infinito bajo la función  $z^2 - 1$ :

NestList[#^2 - 1 &, 0.28 + 0.4I, 19]

U  
 0.28 + 0.4 %q - 1.0816 + 0.224 %q 0.119683 - 0.484557 %q - 1.22047 - 0.115986 %q 0.476098 + 0.283115 %q  
 - 0.853485 + 0.269581 %q - 0.344237 - 0.460167 %q - 1.09325 + 0.316813 %q 0.094835 - 0.692714 %q  
 - 1.47086 - 0.131387 %q 1.14616 + 0.386503 %q 0.164303 + 0.885991 %q - 1.75798 + 0.291142 %q  
 2.00574 - 1.02364 %q 1.97516 - 4.10634 %q - 13.9608 - 16.2214 %q - 69.2296 + 452.925 %q  
 - 200349. - 62711.6 %q 3.6207 ¥ 10<sup>10</sup> + 2.51284 ¥ 10<sup>10</sup> %q 6.79506 ¥ 10<sup>20</sup> + 1.81965 ¥ 10<sup>21</sup> %q

Todos los puntos de esta órbita están en la cuenca de atracción de infinito. La gráfica de algunos de estos puntos es

orbitacompleja[#^2 - 1&, 0.28 + 0.4I, 10]



...Graphics...

1.12 Mapeos simétricos

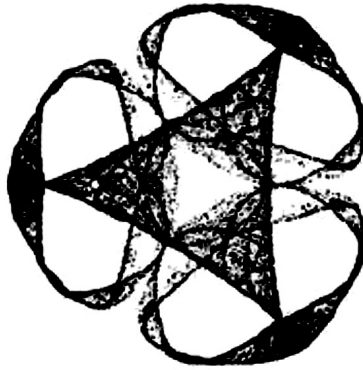
Chossat y Golubitsky (1988) definen mapeos simétricos en el plano complejo. Estos mapeos tienen la propiedad de que las órbitas de algunos puntos bajo la acción muestran un grado de simetría. Ejemplos de dichas asignaciones son dados por la familia definida por:

$$F(z) = (\lambda + \alpha |z|^2 + \beta \text{Re}(z^n)) z + \gamma (z)^{n-1}$$

donde  $\lambda, \alpha, \beta, \gamma$  son reales y  $n$  un natural.

Enseguida graficamos la órbita de un punto bajo la acción de un miembro de la familia  $F$ . El número de puntos a graficar debe ser muy grande y los puntos no se juntan por líneas rectas.

```
g[λ_,α_,β_,γ_,n_,z_]:=ListPlot[{Re[#], Im[#]}&/@NestList[((λ+α(Abs[#])^2+β
Re[#^n])# + γ (Conjugate[#])^n-1)&, z, 100000], AspectRatio→Automatic,
PlotRange→All, PlotStyle→{PointSize[0.0001]}, Axes→False]
```



## 2. Construcción de conjuntos Julia de funciones cuadráticas como atractores de sistemas de funciones iteradas no afines

Sea  $C$  el conjunto de números complejos. Sea  $f: C \rightarrow C$ , un polinomio en  $z$  de grado mayor que dos, donde  $z \in C$ . La órbita de  $z$  bajo  $f$  está acotada si existe  $K > 0$  tal que  $|f^n[z]| < K$  para todo  $n \in \mathbb{N}$ . El conjunto Julia completo de  $f$  es el conjunto:

$$K_f = \{z \in C : \text{la órbita de } z \text{ bajo } f \text{ está acotada}\}$$

El conjunto Julia de  $f$ ,  $J_f$ , es el límite del conjunto Julia completo de  $f$ . Ejemplos de conjuntos Julia y Julia completos para la familia de funciones cuadráticas complejas  $\{Q_c = z \rightarrow z^2 + c : c \in C\}$

## 2.1 Familia cuadrática

Consideremos la familia de funciones  $\{Q_c = z \rightarrow z^2 + c : c \in C\}$ , donde  $c$  es un parámetro. Barnsley (1988) muestra que el conjunto Julia de la familia  $Q_c$  es el atractor de  $\{A: w_1, w_2\}$ , donde  $A$  es un subconjunto de  $C$  y se elige de una manera que depende del parámetro  $c$ , y, para  $z \in C$ ,  $w_1(z) = \sqrt{z - c}$ ,  $w_2(z) = -\sqrt{z - c}$ .

Los mapas  $w_1$  y  $w_2$  no son mapas de contracción sobre la totalidad de  $C$ , sino el subconjunto  $A$  de  $C$ . Por esta razón, el punto de partida elegido para el proceso iterativo que se usa para generar el conjunto de Julia podría presentar el problema de que se tendría que asegurarse que el punto de partida elegido esté en  $A$ . Sin embargo, se puede demostrar que el punto de partida puede ser cualquier punto en  $C$ , excepto en el caso  $c=0$ , en cuyo caso el punto 0 debe evitarse (Keen (1994)).

## 2.2 Elección de $c$

Los conjuntos Julia se pueden dividir en dos clases. Conectados o desconectados. En general, un conjunto que está conectado está todo en una sola pieza (sin saltos), mientras que un conjunto que está totalmente desconectado es como una nube de partículas de polvo, sus únicos componentes conectados son puntos. Si  $|c| < 2$ , entonces los dos tipos de conjuntos de Julia surgen y ambos tipos son por lo general visualmente agradables. Si  $|c| > 2$ , entonces el conjunto Julia de  $Q_c$  está desconectado. Este hecho, junto con la amplitud de  $c$ , produce conjuntos Julia que son más bien dispersos y extendidos y por lo tanto visualmente no son muy "estéticos". En la sección 2.3 se muestra el conjunto Julia de  $Q_{-0.757}$  y en la sección 2.9 se enseña el conjunto Julia de  $Q_{0.306-0.214i}$  que está conectado y el conjunto Julia de  $Q_{2.1i}$  que está desconectado.

### 2.3 La construcción de conjuntos de Julia utilizando el algoritmo determinista

Enseguida se construyen conjuntos Julia para la función cuadrática  $Q_c$  usando el algoritmo determinista en  $\{A: w_1, w_2\}$ .

Sea  $w = w_1 \cup w_2$  el mapeo contracción en  $A$ .

Usando el algoritmo determinista para crear el atractor de  $w$  y comenzando con el único conjunto punto  $\{z\}$  aplicamos la función  $w$ ,  $n$  veces. La primera aplicación es la siguiente:

- Paso 1

Considere la función  $w$  operando sobre  $w\{z\}$ :

$$w[\{z\}] = \{w_1(z), w_2(z)\} = \{\sqrt{z-c}, -\sqrt{z-c}\}.$$

Teóricamente  $w$  es una función del conjunto  $\{z\}$ , sin embargo, al usar comandos de Mathematica, se omiten las llaves y se dice que  $w$  es una función de  $z$ , es decir, “ $w[z]$ ”.

Definimos  $w$  como una función en Mathematica y sustituimos  $c$  con  $k$ .

$$w[z_]:= \{\sqrt{z-k}, -\sqrt{z-k}\};$$

Para encontrar  $w[1-2I]$ , cuando  $c = -1$ , se utiliza el comando de remplazo /. para remplazar  $k$  por  $-1$ .

$$w[1-2I]/.k \rightarrow -1$$

$$LNING = \beta_0 + \beta_1 SEXO + \beta_2 EDAD + \beta_3 EDAD2 + \beta_4 PRIMCOM + \beta_5 SECOM + \beta_6 PCOM + \beta_7 IHOG + \beta_8 IOCUP + \beta_9 AEST + \epsilon_i, \dots \dots \dots (1)$$

Como la construcción de un conjunto Julia implica muchos cálculos, es recomendable acelerar el proceso trabajando con aproximaciones. Esto se puede hacer escribiendo el argumento de la función como una aproximación:



$w[1.0-2I]/.k \rightarrow -1.0$

$\{1.55377_-0.643594^{\text{TM}}, -1.55377+0.643594^{\text{TM}}\}$

- Paso 2

Se realiza el segundo paso iterativo encontrando la imagen del anterior conjunto de puntos bajo  $w$ . Es decir, se necesita evaluar  $w[w[z]]$ . El comando Map de Mathematica se usa para producir el conjunto de 4 puntos  $w[w[l - 2I]]$  como sigue:

$\text{Map}[w,w[1.0-2I]]/.k \rightarrow -1$

$\{\{1.6105-0.199812^{\text{TM}}, -1.6105+0.199812^{\text{TM}}\}, \{0.384234_+0.837502^{\text{TM}}, -0.384234-0.837502^{\text{TM}}\}\}$

- Paso 3

Continuando así, ahora tenemos que crear el conjunto,  $w[w[w[l - 2I]]]$ , que consta de 8 puntos. Sin embargo  $w$  no puede ser mapeado al último output generado, ya que los argumentos de  $w$  son números complejos, y el último output producido es una lista de pares de números complejos. De las llaves se elimina algo para obtener una lista de coordenadas de puntos. Esto se hace usando el comando Flatten de Mathematica.

$h=\text{Flatten}[\text{Map}[w,w[1.0-2I]]/.k \rightarrow -1,1]$

$\{1.6105-0.199812^{\text{TM}}, -1.6105+0.199812^{\text{TM}}, 0.384234+0.837502^{\text{TM}}, -0.384234-0.837502^{\text{TM}}\}$

Ahora consideremos la siguiente función pura,  $g$ , en la que  $\#$  se puede sustituir por una lista del tipo anterior:

$g=\text{Flatten}[(\text{Map}[w,\#]/.k \rightarrow -1),1]\&;$

Cuando  $g$  es aplicada a una lista de números complejos, aplica  $\omega$ , con  $k = -1$ , a cada una, sustituyéndola por un par de números complejos y luego se alisa la lista resultante de los pares, obteniendo así una lista de números complejos individuales. Aplicamos la función anterior a la lista previa:

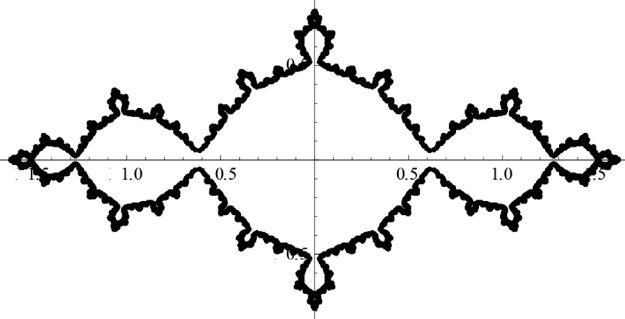
```
Flatten[(Map[w,#]/.k→ -1.0),1]&[h]
{1.61688-0.0617893™,-1.61688+0.0617893™,0.126228+0.791473™,-
0.126228-0.791473™,1.22518+0.341789™,-1.22518-
0.341789ä,0.909746-0.460295™,-0.909746+0.460295™}
```

La función  $g$  pura definida anteriormente se puede anidar, o aplicar repetidas veces, a una lista de puntos usando la función Nest de Mathematica:

```
Nest[Flatten[(Map[w,#]/.k→ -1),1]&,{1.0-2I},4]
{1.61779-0.0190968™,-1.61779+0.0190968™,0.0392861+0.786402™,
-0.0392861-0.786402™,1.11865+0.353763™,-1.11865-0.353763™,1.01309
-0.390622™,-1.01309+0.390622™,1.49607+0.114229™,-1.49607-0.114229™,
0.303415-0.563237™,-0.303415+0.563237™,1.39179-0.16536™,
-1.39179+0.16536™,0.528826+0.435204™,-0.528826-0.435204™}
```

Ahora usamos el comando Nest para iterar  $g$  un número suficiente de veces para obtener una lista de números complejos que, cuando se grafican, forman una aproximación al conjunto Julia. Primero se aplica la función pura  $(\{\text{Re}[\#], \text{Im}[\#]\})\&$  a la lista anterior de números complejos para obtener una lista de coordenadas de puntos y graficamos estos puntos usando el comando ListPlot:

```
ListPlot[{Re[#],Im[#]}&/@Nest[Flatten[(Map[w,#]/.k→-1.0),1]&,{1-21},15],AspectRatio→Automatic,Prolog→PointSize[0.004]]
```



## 2.4 Conjuntos Julia y conjuntos Julia completos

La iteración de una función analítica compleja  $f$  se descompone en el plano complejo en dos conjuntos disjuntos: el conjunto estable o de Fatou en el cual las iteraciones son “bien comportadas” y el conjunto Julia en el que el mapa es caótico.

Consideramos tres clases de funciones analíticas: polinomios, racionales y ciertas funciones trascendentes enteras. (Una función entera es una que es analítica en todo punto del plano complejo. Los polinomios son funciones enteras. Ejemplos de funciones trascendentes enteras son seno, coseno, exponencial y sumas o productos entre éstas y/o polinomios). En los tres casos, el conjunto de Julia se define como la cerradura del conjunto de puntos periódicos repulsivos de la función. Sin embargo, el criterio para determinar conjuntos Julia de funciones racionales difiere del de los conjuntos de Julia de funciones trascendentes enteras, debido a esto, distintas técnicas se emplean para producir distintos tipos de conjuntos Julia.

Aunque los polinomios forman un subconjunto del conjunto de funciones racionales, conjuntos Julia y Julia completos de polinomios, se expondrán primero por separado ya que éstos son más fáciles de crear y su generación proporciona una introducción al algoritmo de tiempo de escape.

## 2.5 Conjuntos Julia y Julia completos de polinomios

Sea  $P$  un polinomio de grado  $P > 2$ , sea  $J_p$  el conjunto Julia de  $P$  y sea  $K_p$  el conjunto Julia completo de  $P$ .  $K_p = \{z \in C : \text{la órbita de } z \text{ bajo } P \text{ está acotada}\}$  y  $J_p$  es la cota de  $K_p$ . Para cualquier polinomio  $P$  de grado mayor o igual a 2, el infinito es un punto fijo atractor. La cuenca de atracción de infinito,  $A(\infty)$ , es el conjunto de puntos cuyas órbitas no son acotadas. Para estos polinomios, el conjunto Julia de  $P$  es el límite de la cuenca de atracción de infinito. Pero este límite también es el límite del conjunto Julia completo,  $K_p$ . Además, el conjunto Julia de  $P$  también es el límite de la cuenca de atracción de cualquier ciclo atractor. Esto significa que todos los ciclos atractores tienen el mismo límite.

## 2.6 Criterios de escape para polinomios

Para construir el conjunto Julia completo de un polinomio,  $P$ , de grado mayor o igual a 2, es necesario encontrar el conjunto de puntos en el plano cuyas órbitas tienden a infinito bajo  $P$ . Se puede utilizar el siguiente resultado: si  $P$  es un polinomio de grado mayor o igual a 2, existe  $R > 0$  tal que si  $|z| > 1$ , entonces  $|P[z]| > |z|$  y se deduce que  $|P^n[z]| \rightarrow \infty$  cuando  $n \rightarrow \infty$  para todo  $z$  satisfaciendo  $|z| > R$  (Devaney (1989)). La condición  $|z| > R$  se llama un criterio de escape.

A veces un criterio de escape es conocido para toda una clase de polinomios. En el caso de polinomios de grado 2, es decir polinomios de la forma  $P[z] = Az^2 + bz + d$ , ( $a, b, d \in C$ ), se puede mostrar que el conjunto Julia (completo) de  $P$  es geoméricamente similar al conjunto Julia (completo) de un polinomio cuadrático de la forma  $Q_c[z] = z^2 + c$  para alguna  $c \in C$ . por esta razón, para polinomios de grado 2, se analizan únicamente los conjuntos Julia (completos) de  $Q_c$ . Además, cualquier polinomio de grado 3 se puede escribir en la forma  $C_{a,b}[z] = z^3 + az + b$  después de una transformación afín adecuada, por lo que necesitamos sólo examinar polinomios de la forma anterior. Entonces sólo se consideran polinomios de la forma  $z^2 + c$ ,  $z^3 + az + b$  y  $z^n + c$ , donde

$a, b, c \in C$ . Para cada una de estas clases de polinomios, se conoce un criterio de escape.

### 2.7 El papel de los puntos críticos

Los puntos finitos críticos de un polinomio  $P$  son los puntos  $a \in C$  que satisfacen la ecuación  $P'[a] = 0$ .

El comportamiento de las órbitas de los puntos críticos da información acerca de la estructura de los conjuntos Julia (completos), en el sentido que establecen que el conjunto Julia (completo) de  $P$  está conectado si y sólo si no existe un punto finito crítico de  $P$  en  $A(\infty)$ . Así  $(K_p)J_p$  está conectado si y sólo si la órbita de cada punto crítico finito está acotada. Por el contrario, si  $P^n[a] \rightarrow \infty$  cuando  $n \rightarrow \infty$  para todo punto crítico finito, entonces  $(K_p)J_p$  está totalmente desconectado y  $K_p = J_p$ .

### 2.8 Polinomios de grado dos

Sea  $P[z] = az^2 + bz + d$ , ( $a, b, d \in C$ ) un polinomio cuadrático. Como se ha mencionado anteriormente, se puede demostrar que el conjunto Julia (completo) de  $P$  es geoméricamente similar al conjunto Julia (completo) de un polinomio cuadrático de la forma  $Q_c[z] = z^2 + c$  para algún  $c \in C$ .

Ya que un polinomio de grado 2 sólo tiene un punto crítico finito, su conjunto Julia (completo) es conectado o desconectado por completo. En particular, el polinomio  $Q_c$  tiene el único punto crítico 0, de modo que la prueba de sí o no la órbita de 0 está acotada indica sí o no  $(K_p)J_p$  está conectado o desconectado totalmente (La órbita de 0 es muy importante en la generación del conjunto de Mandelbrot para polinomios de la forma  $Q_c$ ).

## 2.9 Cálculo del conjunto Julia completo para el polinomio cuadrático $Q_c[z] = z^2 + c$ ( $z, c, \in \mathbb{C}$ )

Sea  $Q_c[z] = z^2 + c$ , ( $z, c, \in \mathbb{C}$ ). Se describe un proceso algorítmico para obtener una aproximación a la imagen del conjunto Julia completo  $K_c$  de  $Q_c$ , donde  $K_c = \{z \in \mathbb{C} : \text{h órbita el } z \text{ bajo } Q_c \text{ es acotada}\}$ .

Se emplea el siguiente criterio de escape:

Sea  $Q_c[z] = z^2 + c$ , ( $z, c, \in \mathbb{C}$ ). Asumir que  $|z| > 2$ , entonces  $|Q_c^n[z]| \rightarrow \infty$  cuando  $n \rightarrow \infty$ . Así, para todo  $k \in \mathbb{N}$ , si  $|Q_c^k[z]| > 2$ , entonces  $z \notin K_c$  (Devaney (1992)).

Basándose en este hecho, el algoritmo de escape temporal aplica el siguiente razonamiento: si después de  $m$  iteraciones, la órbita de  $z$  está acotada por el número 2, se debe asumir que la órbita de  $z$  está acotada por lo que se encuentra en  $K_c$ . La elección de  $m$  depende de la precisión requerida y la velocidad y la resolución del equipo que se está utilizando.

Usamos una adaptación de programas de Mathematica para originar conjuntos Julia.

Para obtener iteraciones de  $z$ , se aplica la función pura  $Q_c = \#^2 + c$  & repetidamente al número complejo  $z$ , a lo más 100 veces. Por ejemplo, eligiendo  $c = 0.51$ , y  $z = -1 - 0.4I$ , y aplicando  $Q_c$  dos veces, se logra:

```
(#^2+0.5+1)&[(#^2+0.5+1)&[-1-0.4I]] -0.9444+5.824 I
```

Ahora usamos el comando de Mathematica FixedPointList:

```
FixedPointList[#^2 + c &, x + Iy, 100, SameTest -> (Abs[#] > 2.0 &)];
```

Este comando aplica la función  $Q_c$  repetidamente a  $x + Iy$  hasta que el resultado, #, tiene un valor absoluto superior a 2 o hasta que se han hecho 100 aplicaciones. SameTest se puede pensar como una

‘prueba de parada’. La función pura  $\text{Abs}[\#] > 2$  devuelve True o False para el resultado de toda aplicación de  $Q_c$  a  $z$ .

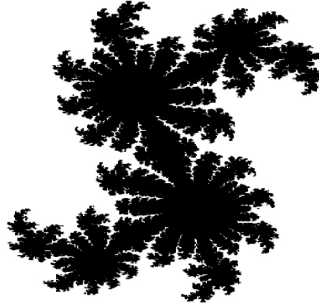
Ahora usamos el comando de Mathematica Length, que cuenta el número de puntos,  $n$ , por ejemplo, en la órbita y devuelve el entero  $n$ . Por ejemplo:

```
Length[FixedPointList[#^2+I&,1+0.3I,100,SameTest→(Abs[#]>2.0&)]]
```

Si el comando anterior devuelve un entero  $n > 100$ , entonces  $z \in K_c$ , ya que  $z$  no ha escapado es decir, se supone que la órbita de  $z$  es acotada, por lo que el punto que la representa debe ser de color negro. Si  $n < 100$ , entonces el punto que representa  $z$  ha escapado y entonces debe ser de color blanco.

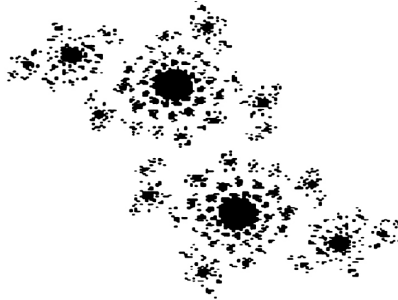
Ahora bien, si el comando `DensityPlot` se aplica al comando anterior `[Length]` entonces cada argumento volviendo de `DensityPlot` será un número natural que está entre 1 y 100 y el output será graficado en `GrayLevel` es decir, en diferentes tonos de gris dentro de los dos extremos de blanco y negro. Si se quiere el output en blanco y negro solamente, se puede usar el comando `ColorFunction` que aparece enseguida.

```
DensityPlot [Length [FixedPointList[#2+0.2481
&,x+Iy,100, SameTest→(Abs [#]> 2.0
&)], {x,-1.6,1.6} , {y, - 1.2,1.2}, Mesh→False,Frame→
False,Frame→False,Axes→False,PlotPoints
→400,AspectRatio→Automatic,ColorFunction→(If [#≥
1, RGBColor [ 0,0,0], RgbColor [1,1,1]&)];
```



Este es un ejemplo de un conjunto Julia completamente conectado.  
Un ejemplo de un conjunto Julia totalmente desconectado es

```
DensityPlot [Length [FixedPointList[#2+0.66I - 0.248I
&,x+Iy,100, SameTest→(Abs [#]> 2.0
&)], {x,-1.6,1.6} , {y, - 1.2,1.2}, Mesh→False,Frame→
False,Frame→False,Axes→False,PlotPoints
→400,AspectRatio→Automatic,ColorFunction→(If [#≥
1, RGBColor [ 0,0,0], RGBColor [1,1,1]]&)];
```



## 2.10 Mathematica en la investigación económica

Mathematica ha sido usado para hacer investigación en prácticamente todos los campos de la economía. Una ilustración de esto, se



hace con uno de los modelos canónicos en la economía: el modelo multiplicador-acelerador de Samuelson (1939). Este modelo es un ejemplo que ilustra el uso de ecuaciones recursivas y la variedad de trayectorias de solución para el ingreso en una economía. El consumo se relaciona con el ingreso rezagado, mientras la inversión en el tiempo  $t$  tiene que ver con la diferencia entre el ingreso en el tiempo  $t-1$  y  $t-2$ . El gasto de gobierno se considera constante e igual a  $G$ . Entonces el modelo es

$$\begin{aligned}C_t &= a + bY_{t-1} \\I_t &= v(Y_{t-1} - Y_{t-2}) \\G_t &= G \text{ para todo } t \\E_t &= C_t + I_t + G_t \\Y_t &= E_t\end{aligned}$$

Por sustitución directa se obtiene la ecuación en diferencia de segundo orden no homogénea siguiente:

$$Y_t - (b + v)Y_{t-1} + vY_{t-2} = a + G$$

La solución particular se logra haciendo  $y_t = y^*$  para todo  $t$ . Por lo tanto

$$Y^* - (b + v)Y^* + vY^* = a + G$$

es decir

$$Y^* = \frac{a + G}{1 - b}$$

Significa que, en equilibrio, el ingreso es igual al resultado del multiplicador simple.

El resultado complementario se obtiene resolviendo el componente homogéneo:

$$y_t - (b + v)Y_{t-1} + vY_{t-2} = 0$$

con ecuación característica

$$x^2 - (b+v)x + v = 0$$

con soluciones

$$r, s = \frac{-(b+v) \pm \sqrt{(b+v)^2 - 4v}}{2}$$

El modelo puede producir una variedad completa de trayectorias para  $y_t$  dependiendo de los valores de los parámetros  $b$  y  $v$ . En efecto, de la ecuación característica se tienen tres resultados posibles:

- (i) Raíces reales distintas:  $(b+v)^2 > 4v$
- (ii) Raíces reales iguales:  $(b+v)^2 = 4v$
- (iii) Raíces complejas:  $(b+v)^2 < 4v$

Al determinar las implicaciones de estos posibles resultados se usan las propiedades de las raíces

$$r + s = b + v$$

$$rs = v$$

También se sigue de usar estos resultados que:

$$\begin{aligned} (1-r)(1-s) &= 1 - (r+s) + rs \\ &= 1 - (b+v) + v \\ &= 1 - b \end{aligned}$$

Y ya que  $0 < b < 1$ , entonces  $0 < (1-r)(1-s) < 1$ .

Con raíces reales y distintas la solución general es

$$Y_t = c_1 r^t + c_2 s^t + Y^*$$

donde  $r$  es la más grande de las raíces. La trayectoria de es determinada por la raíz más grande,  $r > s$ . Si  $b > 0$  y  $v > 0$ , entonces  $rs = v > 0$  y las raíces deben tener el mismo signo. Además, si  $r + s = b + v > 0$ , entonces  $r$  y  $s$  deben ser positivas. La trayectoria del ingreso no puede oscilar. Sin embargo, la trayectoria será amortiguada si la raíz más grande está entre cero y uno. De esta manera, surgirá una trayectoria amortiguada si  $0 < s < r < 1$ , lo cual sucede si  $0 < b < 1$  y  $v < 1$ ; similarmente la trayectoria será explosiva si la mayor raíz es mayor a uno, es decir si,  $r > s > 1$  lo que implica que  $0 < b < 1$  y  $rs = v > 1$ .

Con sólo una raíz real,  $r$ , se mantienen las mismas condiciones. Por lo tanto, en el caso de raíces reales con  $0 < b < 1$  la trayectoria del ingreso es amortiguada para  $0 < v < 1$  y explosiva para  $v > 1$ .

Si la solución es compleja conjugada entonces,

$$r = \alpha + \beta i, \quad s = \alpha - \beta i$$

y la solución general

$$Y_t = c_1 R^t \cos(t\theta) + c_2 R^t \sin(t\theta) + Y^*$$

tendrá oscilaciones cuya naturaleza amortiguada o explosiva dependerá de la amplitud  $R$ .

Sabemos que

$$R = \sqrt{\alpha^2 + \beta^2}$$

pero

$$\alpha = \frac{b+v}{2}$$

y

$$\beta = \frac{\sqrt{4v - (b+v)^2}}{2}$$

Por lo tanto

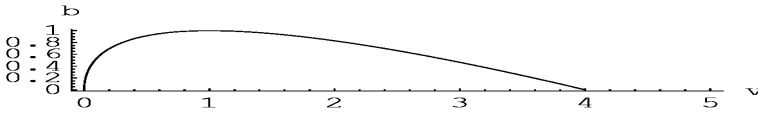
$$R = \sqrt{\left(\frac{b+v}{2}\right)^2 + \frac{4v - (b+v)^2}{4}} = \sqrt{v}$$

para oscilaciones amortiguadas,  $R < 1$ , es decir,  $v < 1$ ;

para oscilaciones explosivas,  $R > 1$ , es decir,  $v > 1$ .

Todos los casos se ilustran en la figura siguiente generada en *Mathematica*. La línea que separa raíces reales de complejas es la curva  $(b+v)^2 = 4v$ , que se puede dibujar usando en *Mathematica* el comando `ImplicitPlot`.

```
Clear b, v;
<<Graphics'ImplicitPlot'
ImplicitPlot [(b+v)^2 == 4*v, {v, 0, 5}, {b, 0, 1}, AxesLabel
  {"v", "b"}]
```



Por otro lado, la división entre trayectorias amortiguadas y explosivas (dado  $0 < b < 1$ ) es determinada por  $v < 1$  y  $v > 1$ , respectivamente.

### 2.10.1 Solución y análisis del modelo multiplicador-acelerador de Samuelson

El modelo de Samuelson se resume en la ecuación en diferencia de segundo orden no homogénea:

$$Y_t - (b+v)Y_{t-1} + vY_{t-2} = G$$

Utilizando el comando RSolve tenemos

```
Clear [b,v,t,b,g,y];
Rsolve [ y[t+2] - (b+v)* y[t+1]+v* y[t] = =g,y[t],t] //
FullSimplify
{{y[t]→ g1-b+2-t((b+v--4v + (b+v)2)
tC[1]+(b+v+-4v+(b+v)2)tC[2])}}
```

### 2.10.2 Estabilidad y convergencia del modelo de Samuelson

```
Clear [b,v,t,b,g,y];
Rsolve [ y[t+2] - (b+v)* y[t+1]+v* y[t] = =g,y[t],t] //
FullSimplify
{{y[t] → (2-1-t(10(-1 + b)((-4 + b + v)(b + v - √(-4v + (b + v)2))t
+ √(-4v + (b + v)2(b + v - √(-4v + (b + v)2))t - (-4 + b
+ v)(b + v + √(-4v + (b + v)2))t
+ √(-4v + (b + v)2(b + v + √(-4v + (b + v)2))t
+ g(-21+t√(-4v + (b + v)2 + (-2 + b + v)(b + v - √(-4v + (b + v)2))t
+ √(-4v + (b + v)2(b + v - √(-4v + (b + v)2))t - (-2 + b
+ v)(b + v + √(-4v + (b + v)2))t
+ √(-4v + (b + v)2(b + v + √(-4v + (b + v)2))t)))/((-1
+ b)√(-4v + (b + v)2))}}
```

**y[t]=y[t]/.%[[1]];**

Ahora ilustramos varios ejemplos de convergencia o divergencia de la solución:

Primer caso: raíces reales con solución divergente  
Definimos los valores

$$\{v, b, g, y_0, y_1\} = \{2, 0.9, 4, 10, 20\}$$

$$\{2, 0.9, 4, 10, 20\}$$

Con estos valores las raíces de la ecuación característica

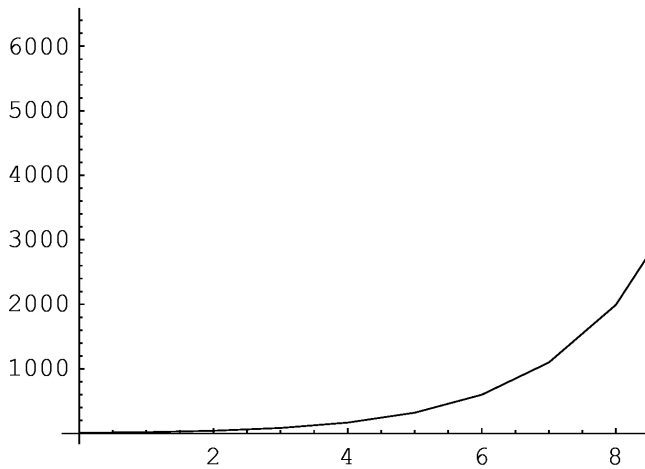
$$\{r_1 = \frac{1}{2}(b + v - \sqrt{b^2 - 4 * v + 2 * b * v + v^2}), r_2$$

$$= \frac{1}{2}(b + v + \sqrt{b^2 - 4 * v + 2 * b * v + v^2})\}$$

$$\{1.1298437881283574, 1.7701562118716425\}$$

Gráficamente:

```
m=table[{t,y[t]},{t,0,10}];
ListPlot [m,PlotJoined→True]
```



... Graphics ...

La solución es divergente.

Segundo caso: raíces reales con solución convergente  
( $b < 1/v$ )

Definimos los valores:

$$\{v,b,g,y_0,y_1\}=\{0.28,0.78,4,30,29\}$$

$$\{0.28,0.78,4,30,29\}$$

Con estos valores las raíces de la ecuación característica

$$\{r1 = \frac{1}{2}(b + v - \sqrt{b^2 - 4 * v + 2 * b * v + v^2}), r2 = \frac{1}{2}(b + v + \sqrt{b^2 - 4 * v + 2 * b * v + v^2})\}$$

**y[t]**

$$-75.757575757575272^{-1-t}(-0.2199999999999997(-24.399999999999880.999999999999997^t + 28.000000000000011.120000000000006^t) + 4(-0.8799999999999960.999999999999997^t + 1.0000000000000041.120000000000006^t - 0.06000000000000392^{1+t}))$$

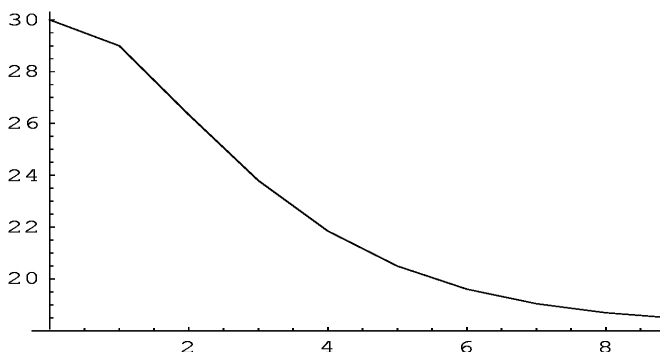
**m = Table[{t, y[t]}, {t, 0, 10}];**

$$\{r1 = \frac{1}{2}(b + v - \sqrt{b^2 - 4 * v + 2 * b * v + v^2}), r2 = \frac{1}{2}(b + v + \sqrt{b^2 - 4 * v + 2 * b * v + v^2})\}$$

**y[t]**

**m = Table[{t, y[t]}, {t, 0, 10}];**

**ListPlot[m, PlotJoined -> True]**



... Graphics ...

$A=g/(1 - b)= 18.1818$ . Este es el valor al que converge la solución particular.

### Tercer caso: raíces complejas

Definimos los valores

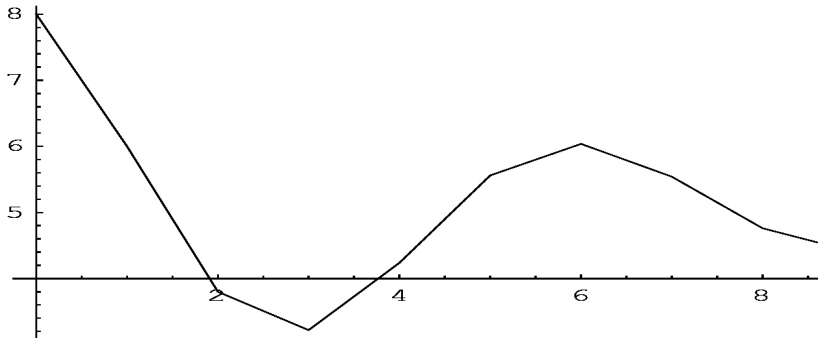
$$\{r1 = \frac{1}{2}(b + v - \sqrt{b^2 - 4 * v + 2 * b * v + v^2}), r2 = \frac{1}{2}(b + v + \sqrt{b^2 - 4 * v + 2 * b * v + v^2})\}$$

$$\{0.44999999999999996 - 0.7053367989832943i, 0.44999999999999996 + 0.7053367989832943i\}$$

**y[t]**

$$(0. + 0.88610150626042i)2^{-1-t}(-0.8((-4.8000000000000001 + 11.285388783732708i)(0.8999999999999999 - 1.4106735979665885i)^t + (4.8000000000000001 + 11.285388783732708i)(0.8999999999999999 + 1.4106735979665885i)^t) + 4((-1.1 + 1.4106735979665885i)(0.8999999999999999 - 1.4106735979665885i)^t + (1.1 + 1.4106735979665885i)(0.8999999999999999 - 1.4106735979665885i)^t - (0. + 1.4106735979665885i)2^{1+t}))$$

```
m = Table[{t, y[t]}, {t, 0, 10}];
ListPlot[m, PlotJoined -> True]
```



... Graphics ...

$A=g/(1 - b) = 5$ . Movimiento oscilatorio amortiguado que converge a la solución particular 5.



## Estabilidad

Para determinar la estabilidad de la ecuación en diferencia lineal de segundo orden del modelo de Samuelson

$$Y_t - (b + v)Y_{t-1} + vY_{t-2} = G$$

la escribimos en forma del sistema

$$Y_{t+1} = Z_t$$

$$Z_{t+1} = (b + v)Z_t - vY_t + G$$

Imponemos la condición

$$Y_{t+1} = Y_t$$

y

$$Z_{t+1} = Z_t$$

y el sistema resulta

$$Y_t = Z_t$$

$$Z_t = (b + v)Z_t - vY_t + G$$

El punto de equilibrio lo obtenemos resolviendo este sistema:

**Clear**[*x,y,z,b,v,g*];

**Solve**[{*y*==*z*,*z*==(b+v)\**z*-v\**y*+g},{*y*,*z*}]

$$\{\{y \rightarrow -\frac{g}{-1+b}, z \rightarrow -\frac{g}{-1+b}\}\}$$

Entonces el punto de equilibrio es  $y = g/(1 - b)$ .

**Autovalores**

**A**::={{0,1},{-v,b+v}};

**Eigenvalues**[*A*]

$$\left\{\frac{1}{2}(b+v - \sqrt{b^2 - 4v + 2bv + v^2}), \frac{1}{2}(b+v + \sqrt{b^2 - 4v + 2bv + v^2})\right\}$$

Primer caso: raíces reales distintas con solución divergente

`Clear[b,v];`

$$\{r1 = \frac{1}{2}(b + v - \sqrt{b^2 - 4 * v + 2 * b * v + v^2}), r2 \\ = \frac{1}{2}(b + v + \sqrt{b^2 - 4 * v + 2 * b * v + v^2})\}$$

{1.1298437881283574,1.7701562118716425}

No hay estabilidad porque ambas raíces mayores a uno.

Segundo caso: raíces reales distintas con solución convergente.

`Clear[b,v];`

`{v,b} = {0.28,0.78};`

$$\{r1 = \frac{1}{2}(b + v - \sqrt{b^2 - 4 * v + 2 * b * v + v^2}), r2 \\ = \frac{1}{2}(b + v + \sqrt{b^2 - 4 * v + 2 * b * v + v^2})\}$$

{0.4999999999999999,0.5600000000000002}

Existe estabilidad porque ambas raíces menores de uno.

Tercer caso: raíces complejas.

`Clear[b,v];`

`{v,b} = {0.7,0.2};`

$$\{r1 = \frac{1}{2}(b + v - \sqrt{b^2 - 4 * v + 2 * b * v + v^2}), r2 \\ = \frac{1}{2}(b + v + \sqrt{b^2 - 4 * v + 2 * b * v + v^2})\}$$

{0.44999999999999996 - 0.7053367989832943i,0.44999999999999996  
+ 0.7053367989832943i}

$$\text{Abs}[\frac{1}{2}(b + v - \sqrt{b^2 - 4 * v + 2 * b * v + v^2})]$$

0.8366600265340756

Ya que las raíces en módulo son menores a uno, las trayectorias tienen un comportamiento estable.

Variantes del modelo multiplicador-acelerador:

1. Modelo de acelerador lineal de Hicks. (Ecuación en diferencia de segundo orden)
2. Modelo de expectativas y ciclos de existencia en el proceso de producción de Metzler.

### *Algunas consideraciones finales*

La experimentación con sistemas dinámicos a tiempo discreto con el uso de un lenguaje simbólico como *Mathematica*, puede ser un recurso didáctico importante en la investigación de las propiedades de dichos sistemas y de sus posibles aplicaciones a disciplinas como la economía donde el tiempo es a menudo discontinuo (discreto) porque las decisiones en economía por lo general no pueden ser continuamente revisadas. Para ilustrar esta posibilidad didáctica, se ha utilizado el lenguaje *Mathematica*, primero para experimentar con el ejemplo de órbitas de puntos bajo iteración de funciones reales y complejas y después con el ejemplo de conjuntos Julia. Estos dos casos pueden ilustrar las posibilidades para la didáctica de los sistemas dinámicos discretos, mediante una aproximación experimental con un lenguaje como *Mathematica*. Esta aproximación puede propiciar el entendimiento intuitivo de los sistemas y complementar el estudio teórico de los sistemas dinámicos a tiempo discreto.

## Referencias bibliográficas

- Bamsley, M. (1988). *Fractals everywhere*. Second Edition, Academic Press.
- Beardon, A. F. (1991). *Iteration of rational functions*. First Edition, Springer-Verlag, New York.
- Chossat P. and Golubitsky M. (1998). “Symmetry-increasing bifurcation of chaotic Attractors”. *Physica D* 32. P. 423.
- Devaney, R. L. (1988). *Fractal patterns arising in chaotic dynamical systems*. The science of fractal images, edited by H. O. Peitgen and D. Saupe, Springer-Verlag, New York.
- (1989). *An introduction to chaotic dynamical systems*. Second Edition, Addison-Wesley.
- R. L. (1992). *A first course in chaotic dynamical systems*. First Edition, Addison-Wesley, Boston.
- de Melo, W., and van Strien, S. (1991). *One-dimensional dynamics*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, New York.
- Gabisch, G. and Lorenz, H.W. (1989). *Business cycle theory*. Second ed. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, New York.
- Guckenheimer, J. and Holmes, P. (1983). *Nonlinear oscillations, dynamical systems, and bifurcations of vector fields*. Springer-Verlag, New York.
- Gumowski I. and Mira C. (1980). “Recurrences and discrete dynamic system, Lecture notes in Mathematics.” ZAMM. *Journal of applied Mathematics and Mechanics*, Springer-Verlag.
- Holmgren, R. A. (1994). *A first course in discrete dynamical systems*. First edition, Springer-Verlag, New York.
- Iooss, G. (1979). *Bifurcation of maps and applications*. North-Holland Publishing Company, Amsterdam.
- and Joseph, D.D. (1980). *Elementary stability and bifurcation theory*. Springer-Verlag, New York.
- Keen, L. (1989). “Julia Sets.” *Proceedings of Symposia in Applied Mathematics*, vol. 39, p. 57.
- Maeder, Roman E. (1996). *Programming in Mathematica*. Third edition, Addison-Wesley.

- Peitgen, H. O., Jurgens, H. and Saupe, D. (1992). *Chaos and fractals, New frontiers of science*, Springer-verlag.
- Samuelson, P. A. (1939). "Interactions between the multiplier analysis and the principle of acceleration", *The Review of Economics and Statistics*, vol. 21, núm. 2, mayo, 1939, Pp. 75-78.
- Sharkovsky, A.N., Kolyada, S.F., Sivak, A.G. and Fedorenko, V.V (1997). *Dynamics of one-dimensional maps*, Kluwer Academic Publishers, London.
- Wiggins, S. (1988). *Global bifurcations and chaos, analytical methods*, Springer Verlag, New York.

## RESUMEN

Este trabajo propone evaluar el potencial del precio que pagan los usuarios como instrumento para el manejo de la demanda urbana de agua en México. Nuestros resultados basados en un análisis de datos provenientes de cientos de organismos operadores de agua potable del país, revelan que la demanda de agua sí es sensible al precio, tal y como se ha señalado en otros estudios. No obstante, encontramos también que la demanda es aún mucho más sensible al efecto del crecimiento poblacional y económico. Por lo tanto, considerando la dinámica demográfica, urbana y económica del país, un aumento en el precio del agua en sí no podría contribuir significativamente a la estabilización de los requerimientos nacionales de extracción de agua para uso urbano. Además, nuestro análisis de los determinantes del precio del agua urbana revela que los organismos operadores pasan sistemáticamente el costo de sus ineficiencias técnicas y financieras a los usuarios, por lo que un aumento en el precio del agua tampoco podría contribuir al saneamiento de sus finanzas. Concluimos que para un manejo efectivo, eficiente y sustentable del uso urbano de agua, resulta imprescindible un cambio de fondo en la manera en que operan los sistemas urbanos de agua.

*Palabras clave: uso público-urbano de agua, precio, sustentabilidad.*

## ABSTRACT

This work aims to evaluate the potential price paid by users as a tool for management of urban water demand in Mexico. Our results, based on an analysis of data from hundreds of water utilities in the country, show that water demand is sensitive to price itself, as noted in other studies. However, we also find that the demand is even more sensitive to the effect of population and economic growth. Therefore, considering the demographic dynamics, urban and economic life, an increase in the price of the water itself may not contribute significantly to the stabilization of national requirements for water extraction for urban use. Furthermore, our analysis of the determinants of urban water price reveals that utilities routinely pass the cost of their technical and financial inefficiencies users, so that an increase in the price of water could also contribute to the improvement of its finances. We conclude that for effective management, efficient and sustainable urban water use, it is essential to a fundamental change in the way they operate urban water systems.

*Keywords: public-use urban water price, sustainability.*

# Precio y manejo del agua urbana en México

## Price and urban water management in Mexico

*Gregorio Castro Rosales<sup>1</sup>*

*Nicholas P. Sisto<sup>2</sup>*

1 Nacionalidad: Mexicana. Grado: Maestría en Economía Regional. Especialización: Economía ambiental y de los recursos naturales. Adscripción: Candidato, Doctorado en Economía Regional, CISE, Universidad Autónoma de Coahuila. Profesor investigador titular de tiempo completo del departamento de economía agrícola de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), Campus Saltillo, Coahuila. Correo electrónico: gregoriocr@gmail.com.

2 Nacionalidad: Canadiense. Grado: Doctorado en Economía. Especialización: Economía del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales. Adscripción: Profesor Investigador, CISE, Universidad Autónoma de Coahuila. Correo electrónico: nicholas.sisto@uadec.edu.mx.

**Fecha de recepción: 5 de febrero de 2013**

**Fecha de aceptación: 5 de septiembre de 2013.**

## Introducción

El uso público-urbano de agua se define, según la Ley de Aguas Nacionales, como “la aplicación de agua nacional para centros de población y asentamientos humanos a través de de la red municipal” (2011), para abastecer a los usuarios domésticos, industriales, comerciales y otros, conectados a dicha red municipal (CONAGUA, 2011). De los diversos usos consuntivos del agua (es decir, los usos que afectan en cantidad y/o calidad la disponibilidad de agua para otros usuarios), el uso público-urbano destaca por varias razones. Primero, como se puede apreciar en el cuadro 1 a continuación, el uso público-urbano de agua acapara una mayor proporción de las concesiones nacionales de agua que cualquier otro tipo de uso, excepto el agrícola. Segundo, de toda el agua subterránea concesionada, casi un cuarto está destinado al uso público-urbano. Finalmente, en un país donde la población urbana representa el 77% del total (INEGI, 2011), el uso público-urbano de agua se relaciona más estrecha y directamente al bienestar colectivo que cualquier otro tipo de uso.

**Cuadro 1. Volúmenes de agua destinados a usos consuntivos en el 2011.**

Uso	Volumen de extracción concesionado					
	Aguas superficiales		Aguas subterráneas		Volumen total (millones m3/año)	%
	(millones m3/año)	%	(millones m3/año)	%		
Agrícola	39 479.3	81	20 412.3	69	59 891.6	76
Público urbano	4 501.7	9	7 122.3	24	11 624.0	15
Otros	4 815.2	10	2 191.5	7	7 006.7	9
Totales	48 796.2	100	29 726.1	100	78 522.3	100

Fuente: Información al 30 de septiembre del 2011, del Registro Público de Derechos de Agua (repda).

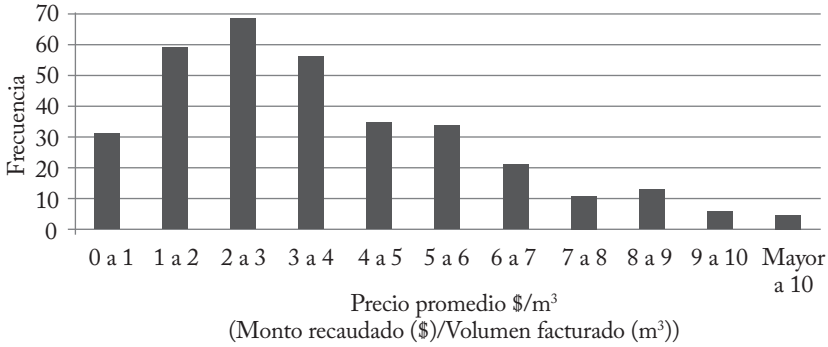


La gestión del agua urbana en México enfrenta múltiples y significativos retos de diversas índoles que ponen en riesgo su sustentabilidad (Barkin, 2006). Por una parte, el enfoque histórico hacia la oferta (es decir, el desarrollo de nuevas fuentes de agua como respuesta a la creciente demanda) se está volviendo ambiental y económicamente insostenible, lo que ha fomentado interés en medidas alternativas, en particular el manejo de la demanda. Por otra parte, los Organismos Operadores de Agua Potable (oap, órganos públicos descentralizados responsables de la operación de las redes urbanas de agua) conforman monopolios locales que no cuentan necesariamente con incentivos para llevar a cabo un manejo efectivo y eficiente del agua.

En este contexto, el presente trabajo aborda dos principales cuestiones. Primero, evaluamos hasta dónde pudiera un aumento en el precio del agua urbana, considerando la dinámica demográfica, urbana y económica del país, contribuir a frenar el crecimiento en el uso público-urbano de agua. Para ello, proponemos estimar una función de demanda de agua y emplear las elasticidades obtenidas para desarrollar diversos escenarios de requerimiento futuro y calcular el aumento de precio requerido para estabilizarla en los niveles actuales. Segundo, proponemos identificar estadísticamente los factores con los cuales se relacionan los precios cobrados por los distintos oap del país, con el fin de caracterizar el grado de eficiencia en su desempeño operativo.

Típicamente un oap maneja múltiples tarifas que toman en cuenta el tipo de usuario (por ejemplo, en general las tarifas para los usuarios industriales son más altas que en el caso de usuarios domésticos) y también según el volumen de consumo. A consecuencia, para definir el “precio” que cobra un oap nos referimos al “precio promedio”, calculado como la razón entre la recaudación total por concepto de servicio de agua y el volumen de agua entregado. La gráfica 1 muestra la gran variabilidad de este precio entre los 300 oap del país para los cuales se dispone de los datos requeridos para su cálculo. Para muchos organismos, el precio no rebasa los dos pesos por metro cúbico (\$/m<sup>3</sup>), mientras que para algunos, supera los \$8/m<sup>3</sup>. Cabe señalar que esta variabilidad de hecho hace factible los análisis estadísticos propuestos aquí.

**Gráfica 1. Distribución de frecuencia del precio promedio cobrado por los OOAP.**



Fuente: Elaboración propia con datos de Comisión Nacional del Agua (2010).

El resto del trabajo se organiza de la siguiente manera. La segunda sección ofrece una revisión de la literatura acerca de la demanda urbana de agua; incluye un resumen exhaustivo de los estudios nacionales que se ha llevado a cabo en la materia. La tercera sección expone la metodología econométrica utilizada y describe los datos empleados para este fin. La cuarta sección presenta los resultados de las estimaciones econométricas. La quinta sección discute los resultados y los emplea para aportar elementos de respuestas a las cuestiones formuladas en este trabajo. Finalmente, la sexta y última sección concluye con unas reflexiones generales acerca de la gestión del agua urbana en México.

### ***Revisión de literatura***

Según Dalhuisen et al. (2001) el primer análisis publicado sobre la demanda urbana de agua data de 1951; desde entonces la mayoría de estos trabajos se realizaron en Estados Unidos y más recientemente, en Europa. El principal objetivo de esta literatura ha sido la medición de la sensibilidad de la demanda de agua con respecto a su precio, es decir su elasticidad-precio. En Dalhuisen et al. (2003), se presenta un meta-análisis de los valores reportados para esta elasticidad en 64

estudios sobre demanda residencial de agua publicados entre 1963 y 2001; obtienen que la elasticidad-precio en promedio es de -0.41, es decir un aumento del 10% en el precio del agua se asocia a una reducción del 4.1% en su uso. Los mismos autores también reportan que la elasticidad de la demanda con respecto al ingreso de los hogares en promedio es de 0.43. En el trabajo previo y similar de Espey et al. (1997) basado en 24 artículos sobre la demanda de agua para uso residencial publicados entre 1967 y 1993, se obtiene un valor promedio de -0.51 para la elasticidad-precio.

Arbués *et al.* (2003) recopilan y analizan la literatura internacional sobre la demanda residencial de agua (principalmente en Estados Unidos y Europa) con enfoque hacia las especificaciones técnicas empleadas y las dificultades para la estimación estadística. Nauges y Whittington (2010) hacen una revisión del estado del arte sobre la demanda de agua residencial en los países en desarrollo; señalan que hay importantes diferencias con respecto a los países desarrollados en cuanto a la cantidad de estudios realizados y las dificultades encontradas por los investigadores para llevarlos a cabo, sin embargo, apuntan que los resultados son muy similares, ya que las elasticidades precio están entre -0.3 y -0.6, mientras que la elasticidad ingreso se ubica entre 0.1 y 0.3.

En el caso de México, la mayoría de los trabajos que se han hecho sobre la demanda de agua son estudios locales con énfasis en el uso doméstico de agua. En términos de las elasticidades precio e ingreso de la demanda, por lo general se han encontrado resultados que son congruentes con los rangos encontrados en la literatura internacional. El cuadro 2 a continuación presenta un resumen de esta literatura; en cada caso, se especifica el tipo de uso del agua contemplado, la dimensión geográfica del análisis, las variables (dependientes e independientes) empleadas, el número de observaciones aprovechadas y los valores de elasticidad obtenidos. Con ello se facilitará la comparación entre las elasticidades estimadas en este trabajo y los valores correspondientes expuestos en esta literatura.

Cuadro 2. Resumen de la literatura nacional sobre la demanda de agua.

Referencia	Usos del agua analizados	Dimensión espacial del análisis	Variables	Número de Observaciones	Elasticidades
Jaramillo (2003)	Doméstico	Tres municipios del Estado de México (Toluca, Coacalco y Atizapán)	Dependiente: Metros cúbicos consumidos diariamente por hogar; Independientes: Número de integrantes en la familia, número de adultos, habitantes permanentes en el domicilio, número de personas con ingreso, ingreso mensual por hogar, ingreso anual bruto, domicilio propio, monto de la renta, área de construcción, área del terreno o lote, antigüedad de la construcción, número de baños en el hogar, número de excusados, número de lavamanos, poseen aire acondicionado, poseen jardín, frecuencia de riego del jardín, costo bimestral por uso de agua, uso de método de ahorro, flujo de agua continuo o racionado, poseen sistema de almacenaje, demanda agua adicional, usos extraordinarios de agua; temporada: lluvia=1, sequía=0; temperatura máxima, precio marginal bloque (1 al 8), ingreso virtual en bloque (2 al 8).	750	Precio: de -0.22 a -0.58

Continúa

Referencia	Usos del agua analizados	Dimensión espacial del análisis	Variables	Número de Observaciones	Elasticidades
Salazar y Pineda (2010)	Doméstico	Nacional	Dependiente: Cantidad demandada per cápita en cada ciudad; Independientes: Producto Interno Bruto per cápita estatal como una proxy del ingreso, precio promedio por metro cúbico en cada ciudad; tamaño del hogar o número promedio de personas que habitan en un hogar en el estado al que pertenece cada ciudad, con lo que se busca investigar si existen economías de escala en el consumo de agua; la temperatura promedio en el estado donde se ubica cada ciudad, precipitación media anual en el estado donde se ubica cada ciudad, la eficiencia de cobranza en cada ciudad.	57 ciudades de más de 50 mil habitantes	Precio: -0.27; Ingreso: 0.21
Guzmán Soria et al. (2009)	Agua subterránea para usos: urbano, industrial, agrícola y pecuario	Estado de Guanajuato	Dependiente: Consumo per cápita de agua por el sector urbano; Independientes: precio real del agua para uso doméstico, precio real de la electricidad para uso doméstico, Producto Interno Bruto per cápita con un año de rezago, temperatura media anual. industrial: precio real del agua potable para uso industrial con un año de rezago, precio real de la electricidad para uso industrial con un año de rezago. pecuario: Consumo per cápita de agua por el sector pecuario, precio real del agua para uso doméstico con dos años de rezago, precio real de la electricidad para uso doméstico con dos años de rezago. agrícola: Consumo de agua por hectárea bajo riego, precio real del agua para riego, precio real del fertilizante, precio agrícola real ponderado, precipitación media anual del estado con un año de rezago, cantidad consumida de agua por la superficie bajo riego.		Precio del uso urbano: -0.015

Continúa

	Referencia	Usos del agua analizados	Dimensión espacial del análisis	Variables	Número de Observaciones	Elasticidades
Fullerton y Nava (2003)	Urbano	Cd. de Chih.	Dependiente: Consumo por usuario; Independientes: precio promedio mensual por metro cúbico, índice de actividad industrial en México, precipitación mensual, temperatura media mensual.			No aplica
García y Mora (2008)	Doméstico	Comarca Lagunera	Dependiente: Cantidad de agua requerida por vivienda por mes; Independientes: precio del agua en el mes, precio de la electricidad en el mes, precipitación pluvial en el mes y la temperatura en el mes.		84	Precio: -0.20 Torreón; -0.18 Gómez Palacio
Consejo Consultivo del agua (2010)	Doméstico	Nacional	Dependiente: Dotación por habitante; Independientes: tarifa promedio para el consumo doméstico en el intervalo de 20 a 50 metros cúbicos, cobertura de la micromedición, ingreso <i>per cápita</i> y la precipitación como variable instrumental para el valor de la tarifa.		60	Precio: -0.29; Ingreso: 0.32
Sisto (2010)	Urbano	Zona Met. de la Laguna	Dependiente: Volumen facturado por toma; Independientes: el costo del uso del agua (como proxy del precio) la proporción de tomas domésticas y la localización de las tomas.		31	Precio: entre -0.47 y -0.53
Salazar y Pineda (2010)	Doméstico	Nacional	Dependiente: Cantidad demandada <i>per cápita</i> ; Ingreso <i>per cápita</i> ; Independientes: Precio promedio por metro cúbico, tamaño del hogar, temperatura máxima promedio y precipitación media anual.		134 ciudades de más de 30 mil habitantes	Precio: -0.33; Ingreso: 0.20

Continúa

Referencia	Usos del agua analizados	Dimensión espacial del análisis	Variables	Número de Observaciones	Elasticidades
Fullerton <i>et al.</i> (2006)	Urbano	Ciudad Juárez	Dependiente: Consumo por usuario; Independientes: precio promedio mensual por metro cúbico, empleo mensual en la industria maquiladora de la ciudad, índice de actividad industrial en México, precipitación mensual, temperatura media mensual.		No aplica
Fullerton <i>et al.</i> (2007)	Urbano	Cd. de Tijuana	Dependientes: Consumo por usuario; Independientes: precio promedio mensual por metro cúbico, empleo mensual en la industria maquiladora de la ciudad, índice de actividad industrial en México, precipitación mensual, temperatura media mensual.		No aplica

### 3. Metodología y datos

Empezamos con un simple balance de agua, tal como aparece en Sisto (2010), donde un OOAP extrae del medio ambiente un volumen de agua  $V^{EXT}$  para entregarlo a los usuarios a través de la red municipal. Durante el proceso de conducción y distribución del agua se pierde un determinado volumen por fugas en el sistema  $V^{PER}$ , de modo que el volumen entregado a los usuarios  $V^{USO}$  será menor al extraído. Del volumen que llega a los usuarios, hay una parte que no se contabiliza por parte del organismo y por ende no genera facturación, por lo tanto se divide el volumen entregado en volumen facturado  $V^{FAC}$  y volumen no facturado  $V^{NFAC}$ , de modo que la expresión formal del balance queda como:

$$V^{EXT} = V^{USO} + V^{PER} = (V^{FAC} + V^{NFAC}) + V^{PER}$$

Tomando  $V^{FAC}$  como medida de la demanda a la cual hace frente un OOAP, se plantea una función de demanda donde las variables explicativas incluyen: el precio promedio por metro cúbico de agua, calculado como la razón entre la recaudación del OOAP por concepto del servicio de agua y su respectivo volumen facturado; el PIB de la localidad (en miles de pesos) como una proxy del ingreso, calculado como el PIB *per cápita* estatal multiplicado por el número de personas atendidas por el organismo; y el número de tomas registradas por cada organismo como medida del número de usuarios, de modo que la función queda como:

$$\ln V^{FAC} = \beta_0 + \beta_1 \ln PRECIO + \beta_2 \ln PIB\_LOCAL + \beta_3 \ln TOMAS + u$$

En (2) la forma funcional es doble logarítmica, por lo que los coeficientes  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  y  $\beta_3$  representan las elasticidades con respecto al precio, el ingreso y el número de usuarios. Para los fines propuestos aquí, precisa la estimación de una función de demanda total como en (2). Sin embargo, para complementar el análisis y establecer una comparación directa con los resultados presentados en la literatura, donde siempre se contempla una demanda normalizada con respecto al número de usuarios, también valoramos una función de demanda por usuario. En esta función la demanda está representada por la razón entre el volumen facturado y el número de tomas de cada organismo operador, y las variables explicativas incluyen: el precio promedio por metro cúbico de agua definido anteriormente; y el PIB por toma calculado mediante la división del PIB de la localidad por el número de tomas. Por lo que la función que se estimó queda como:

$$\ln V_{PT}^{FAC} = \beta_0 + \beta_1 \ln PRECIO + \beta_2 \ln PIB\_TOMA + u$$

El siguiente paso consiste en la estimación de una función que explica el precio del agua. Las variables explicativas consideradas incluyen el índice de Agua no Contabilizada (ANC) definido como:



$$ANC = \frac{V^{NFAC} + V^{PER}}{V^{EXT}}$$

El ANC siendo la razón entre el agua perdida (por fuga o no facturación) y el volumen extraído, permite medir la ineficiencia físico-administrativa de un OOAP. Las demás variables explicativas incluidas son: el número de tomas, como medida del tamaño del sistema; una variable binaria que vale uno para un OOAP ubicado dentro de las zonas 1 a 6 según lo establecido en la ley federal de derechos para el pago de derechos de extracción de agua para uso urbano, y cero en caso contrario (en las zonas 1 a 6, el cobro es mayor al aplicado en el resto del país); el número de empleados por cada mil tomas; y el porcentaje de medidores instalados con relación al número total de tomas. De esta manera, la especificación formal del modelo es:

$$\ln PRECIO = \beta_0 + \beta_1 ANC + \beta_2 TOMAS + \beta_3 ZONA + \beta_4 EMP + \beta_5 MICRO + u$$

Los datos empleados para correr las regresiones de Mínimos Cuadrados Ordinarios sobre (2), (3) y (5) provienen principalmente de CONAGUA (2010) y corresponden al año 2009; en el caso del PIB por entidad federativa, del Banco de Información Económica (BIE) del INEGI (2012); y en el caso la población total estatal (para la estimación del PIB *per cápita*), del Consejo Nacional de Población (CONAPO). El cuadro 3 a continuación expone las estadísticas básicas (mínimo, promedio, máximo y número de observaciones) para todas las variables.

**Cuadro 3. Resumen estadístico de las variables utilizadas.**

	ANC	MICRO	EMP	V <sup>FAC</sup>	TOMAS	V <sup>FAC</sup> <sub>PT</sub>	PRECIO	PIB_LO-CAL	PIB_TOMA
Mín.	0.08	0.00	0.35	55,368	193	35.67	0.10	134,173	103.26
Prom	0.47	0.18	4.88	6,848,257	25,024	212.33	3.76	8,662,230	437.51
Máx.	0.79	1.00	17.58	574,996,140	1,987,109	478.79	17.05	1,923,610,683	4849.81
Obs.	444	668	484	444	668	377	342	877	668

Fuente: Elaboración propia con base en los datos de CONAGUA (2010).

### Resultados

El cuadro 4 reporta los resultados de las estimaciones de la función de demanda total (2). Los valores de los coeficientes prácticamente no cambian según el paquete de variables explicativas incluidas, por la cual las estimaciones parecen robustas. Los signos de los coeficientes estimados son los esperados, además los valores de las elasticidades precio e ingreso están dentro del rango de valores encontrados en la literatura y muy significativos según sus respectivos estadísticos *t*. El estadístico F de significancia conjunta de los coeficientes es alto y significativo y el Logaritmo de verosimilitud (Log-vero.) muestra un comportamiento adecuado con respecto al número de variables explicativas incluidas. Por todo lo anterior, se puede tener un buen nivel de confianza para sustentar las conclusiones que se derivarán de estos resultados.

El cuadro 5 muestra los resultados de las estimaciones de la función de demanda de agua por toma (3); como se mencionó antes, este tipo de forma normalizada con respecto a la población de usuarios es la que siempre se ha manejado en la literatura. Los resultados presentan las mismas características deseables de robustez y significancia que las señaladas en el caso anterior, a excepción de un nivel de ajuste

(según el estadístico  $R^2$ ) mucho menor. Ello revela la preponderancia del número de usuarios como factor explicativo de la demanda urbana de agua; en la siguiente sección se discutirá a fondo la importancia de este factor para el manejo del agua urbana.

**Cuadro 4. Coeficientes estimados**  
(variable dependiente: volumen facturado).

	Constante	PRECIO	PIB_LOCAL	TOMAS	F test	Log-vero.	R <sup>2</sup> ajustado	Observaciones
(1)	4.62 (18.88)***	-0.17 (-6.29)***	0.09 (2.57)**	0.94 (24.23)***	2,589 [5.10E-212]***	-88	0.96	300
(2)	5.19 (49.48)***	-0.18 (-6.89)***		1.04 (82.49)***	3,809 [1.90E-212]***	-91	0.96	300
(3)	5.2 (47.13)***			1.01 (81.61)***	6,660 [7.90E-241]***	-179	0.95	377

Fuente: Elaboración propia. \*Significativo al 90%; \*\* significativo al 95%; \*\*\*significativo al 99%. Valores t en paréntesis y p en corchetes.

$$\ln V^{FAC} = \beta_0 + \beta_1 \ln PRECIO + \beta_2 \ln PIB\_LOCAL + \beta_3 \ln TOMAS + u$$

**Cuadro 5. Coeficientes estimados (variable dependiente: volumen facturado por toma).**

	Constante	PRECIO	PIB_TOMA	F test	Log-verosimilitud	R <sup>2</sup> ajustado	Observaciones
(1)	4.93	-0.13	0.09	22	-93	0.12	300
	(21.76)***	(-5.42)***	(2.51)**	[1.29E-09]***			
(2)	5.5	-0.15		37	-96	0.11	300
	(165.48)***	(-6.07)***		[3.78E-09]***			

Fuente: Elaboración propia. \*Significativo al 90%; \*\* significativo al 95%; \*\*\*significativo al 99%.

Valores t en paréntesis y p en corchetes.

$$\ln V_{PT}^{FAC} = \beta_0 + \beta_1 \ln PRECIO + \beta_2 \ln PIB\_TOMA + u$$

El cuadro 6 muestra los resultados de las estimaciones de la función de precio promedio (5). Se observan otra vez resultados robustos y significativos, en los mismos términos expuestos para las regresiones anteriores. Un resultado llama particularmente la atención: la asociación positiva y muy significativa entre el índice de agua no contabilizada (ANC) y el precio. Ello sugiere que *ceteris paribus*, entre menos eficiente un OOAP en evitar fugas y facturar el agua entregada a sus usuarios (es decir, entre más alto su ANC), más cobra a sus usuarios. Sugerimos que esta asociación, la cual no se ha reportado previamente en la literatura, es de suma importancia para cualquier discusión sobre la gestión del agua urbana. En la siguiente sección se discutirá más a fondo este hallazgo.

**Cuadro 6. Coeficientes estimados  
(variable dependiente: precio)**

	Constante	ANC	TOMA	ZONA	EMP	MICRO	F test	Log-verosimilitud	R <sup>2</sup> ajustado	Observaciones
(1)	-0.12 (-0.60)	0.77 (2.26)**	0.05 (1.68)*	0.52 (5.09)***	0.04 (1.89)*	1.06 (7.20)***	22 [1.51E-17]***	-226	0.33	214
(2)	-0.11 (-0.55)	0.74 (2.18)**		0.54 (5.28)***	0.03 (1.87)*	1.11 (7.64)***	26 [1.07E-17]***	-228	0.32	214
(3)	0.08 (0.61)	1.18 (4.46)***		0.35 (4.40)***		0.95 (8.26)***	38 [5.29E-21]***	-305	0.27	300
(4)	0.27 (2.01)**	1.2 (4.42)***				1.01 (8.58)***	45 [7.31E-18]***	-315	0.23	300

Fuente: Elaboración propia.\*Significativo al 90%;\*\* significativo al 95%;\*\*\*significativo al 99%.

Valores t en paréntesis y p en corchetes.

$$\ln \text{PRECIO} = \beta_0 + \beta_1 \text{ANC} + \beta_2 \text{TOMAS} + \beta_3 \text{ZONA} + \beta_4 \text{EMP} + \beta_5 \text{MICRO} + u$$

### *Discusión e interpretación*

En la sección anterior se comprobó que la demanda de agua que enfrentan los OOAP está principalmente determinada por el número de sus usuarios: la elasticidad es prácticamente unitaria, es decir con una población de usuarios mayor en 10%, la demanda se incrementa también en 10%. En contraste, la sensibilidad de la demanda al precio es reducida: con una elasticidad estimada de -0.18, un aumento del 10% en el precio ocasiona una reducción de tan sólo 1.8% en la demanda. En este sentido resulta interesante averiguar en cuánto sería necesario

aumentar el precio del agua urbana para lograr contrarrestar los efectos del crecimiento de la población a futuro.

Para ello, presentamos proyecciones basadas en los pronósticos de crecimiento poblacional para el año 2050 publicados por el CONAPO (2006). Nos enfocamos a dos pronósticos de población: el que generalmente publica el consejo como proyección oficial más probable, y otro que plantea una reducción importante de los niveles de migración y se presenta como el nivel máximo de población pronosticado para el 2050.

Luego desarrollamos un escenario propio de población urbana para el 2050. En la actualidad, la población que reside en localidades de 2500 o más habitantes representa el 77% del total nacional (INEGI, 2011). Con base en el comportamiento de esta tasa entre los años 2000 y 2010, proyectamos una tasa de urbanización del 87% para el 2050 (todavía muy por debajo de lo que hoy en día se observa en muchos países desarrollados). En el cuadro 7 se muestran las proyecciones realizadas para cada uno de los dos pronósticos de población. En el primer escenario, la población urbana en el 2050 es 27% mayor con respecto al 2010; en el segundo, el crecimiento es del 45%. Con base en la elasticidad-población unitaria antes medida, para cada escenario se proyecta un aumento proporcional de la demanda urbana de agua. Finalmente, con base en la elasticidad-precio de 0.18 antes estimada, calculamos el aumento en el precio que sería requerido para nulificar el efecto del crecimiento poblacional sobre la demanda: este aumento es del 150% para el primer escenario y 250% para el segundo. Hay que subrayar que estos aumentos son estimaciones conservadoras, ya que no contemplan ningún crecimiento en los futuros ingresos de los usuarios. Como se describió (véase el cuadro 4), la elasticidad de la demanda con respecto al ingreso es significativa, y con un valor estimado de 0.09, tiene la mitad de la fuerza ejercida por el precio sobre la demanda, pero en sentido contrario. Además, nótese que por construcción se trata de aumentos reales, expresados en pesos del 2010.

Las proyecciones del cuadro 7 sugieren que buscar la estabilización de la demanda urbana sólo con subir el precio resulta imposible, ya que obviamente el aumento requerido sería política e institucionalmente

inaceptable. En un país donde el acceso al agua urbana dista de ser universal y donde el servicio muchas veces presenta deficiencias en su calidad, triplicar el precio representaría una barrera significativa para mejorar el bienestar de grandes sectores de la población urbana.

**Cuadro 7. Escenarios de uso urbano de agua en México para el año 2050.**

Población			Aumento en la demanda debido al aumento del número de usuarios (variación, %)	Incremento en el precio para neutralizar el aumento en la demanda
Escenarios de crecimiento	Total en 2050	Urbana con respecto al 2010 (variación, %)		
Más probable	121 855 703	27	27	150%
Máximo	139 825 104	45	45	250%

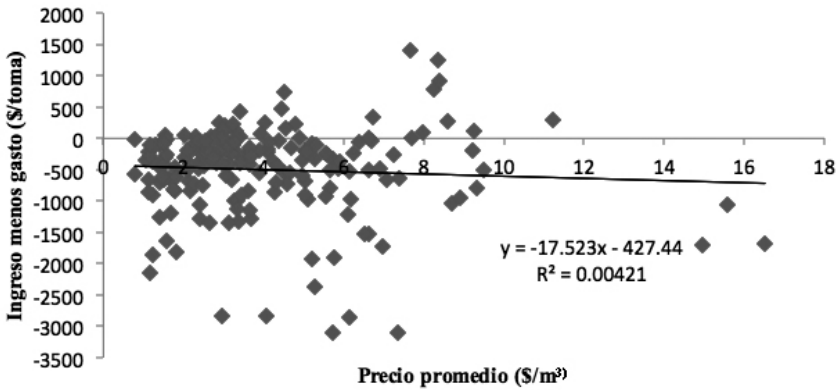
Fuente: Elaboración propia con base en datos del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (inegi) y del Consejo Nacional de Población (conapo).

Por otra parte, nuestros resultados revelan una problemática adicional con el precio del agua urbana, más allá de su ineffectividad como instrumento de manejo de la demanda. La asociación reportada en el cuadro 6 entre el ANC y el precio, revela que en el actual contexto institucional de la gestión del agua urbana, el precio no incentiva la eficiencia de los OOAP. Al contrario, los OOAP tienden a usar el precio del agua urbana para pasar el costo de sus ineficiencias a sus usuarios.

Los datos también ilustran que el precio del agua urbana ni siquiera contribuye al saneamiento de las finanzas de los OOAP. Como se puede apreciar en la gráfica 2, no parece haber relación alguna entre el precio promedio del agua urbana y el balance financiero de los OOAP (medido aquí como ingreso menos costo, por toma). En general los OOAP operan con déficit financiero, pero los que cobran más, no tienden a lograr resultados financieros más equilibrados.

Esto significa que autorizar un aumento de las tarifas no ayudaría prácticamente en nada: no es una opción viable para el control de la demanda por su baja elasticidad y tampoco es un incentivo para revertir los niveles deficitarios de las finanzas que reportan la mayoría de los organismos operadores.

**Gráfica 2. Relación del precio promedio del agua urbana con el balance financiero de los OOAP.**



Fuente: Elaboración propia con datos de Comisión Nacional del Agua (2010).

### Conclusiones

En este trabajo evaluamos el efecto que tendría un aumento generalizado en el precio promedio del agua urbana sobre su demanda. Encontramos que el aumento de precio requerido para estabilizar a futuro la demanda en sus niveles actuales sería muy alto, de hecho tan alto que resulta no factible. Ello se debe a que la demanda es mucho más sensible al número de usuarios que a su precio. Por ende, con el crecimiento futuro de la población urbana en México, el precio del agua urbana de poco servirá como medida de manejo de la demanda



y no ofrecerá una alternativa viable al desarrollo de nuevas fuentes de agua.

Por otra parte, nuestro análisis sugiere que los organismos operadores tienden a pasar el costo de sus ineficiencias a sus usuarios por medio del precio que cobran, y que un aumento del mismo ni siquiera ayudaría a mejorar su situación financiera. Ello apunta a las profundas fallas del modelo actual de gestión del agua urbana y la necesidad de una reforma institucional integral.

Para un manejo sustentable del agua queda claro que las medidas que se deben tomar no son tan simples como aumentar el precio del agua, se requieren acciones que involucren medidas ambientales, culturales e institucionales y dentro de ello promover el desempeño eficiente de los organismos operadores. Tal vez, sea necesario replantear los objetivos de la descentralización de los sistemas municipales de agua potable de tal manera que se proponga llegar a niveles de desempeño más eficientes. Claramente, existe una gran oportunidad y necesidad de trabajo para entender las causas profundas del mal desempeño de los OOAP del país y de ahí diseñar soluciones efectivas y eficientes.

### *Referencias bibliográficas*

- Arbués, F., García-Valinas, M.A. y Martínez-Espiñeira, R. (2003). "Estimation of residential water demand: a state-of-the-art review." *Journal of Socio-economics*, 32. Pp. 81-102.
- Barkin, David (2006). *La gestión del agua urbana en México: retos, debates y bienestar*, Universidad de Guadalajara.
- CONAGUA, Comisión Nacional del Agua 2010. Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, edición 2010. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Coyoacán, México.
- CONAGUA, Comisión Nacional del Agua 2011. *Estadísticas del Agua en México, edición 2011*, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Coyoacán, México.

- CONAPO, Consejo Nacional de Población 2006. *Proyecciones de la población de México 2005-2050*, México.
- CONAPO, Consejo Nacional de Población 2012. *Proyecciones de población 2005-2050* [Online]. Disponible en: [http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=36&Itemid=234](http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=36&Itemid=234). Consultado el 11 de junio de 2012.
- Dalhuisen, J. M., Florax, R. J. G. M., De Groot, H. L. F. y Nijkamp, P. (2003). "Price and income elasticities of residential water demand: a meta-analysis." *Land Economics*, 79, Pp. 292-308.
- (2001). "Price and income elasticities of residential water demand: Why empirical estimates differ." *Ideas. Tinbergen Institute Discussion Papers*.
- Espey, M., Espey, J. y Shaw, W.D. (1997). "Price elasticity of residential demand for water: A meta-analysis." *Water Resources Research*, 33. Pp. 1369-1374.
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática 2011. *Principales Resultados del Censo de Población y Vivienda 2010*.
- (2012). Banco de Información Económica: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/> [Online]. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/>. Consultado en 2012.
- Ley de Aguas Nacionales 2011. Congreso de los Estados Unidos Mexicanos. Ciudad de México.
- Nauges, C. y Whittington, D. (2010). "Estimation of water demand in developing countries: An overview." *The World Bank Research Observer*, 25. Pp. 263-294.
- Sisto, N.P. (2010). "Manejo sustentable del uso de agua y crecimiento urbano." *Ensayos Revista de Economía*, 29. Pp. 23-38.



## RESUMEN

En el presente trabajo se estudia el comportamiento de la competitividad que ha mostrado México, en cuanto a sus exportaciones de chile seco durante el periodo de 1993 a 2009, mediante la obtención del índice de ventaja relativa de exportaciones y aplicando el método de análisis de participación constante de mercado, los resultados que se obtuvieron presentan que las exportaciones de chile seco de México han crecido fuertemente, con una tendencia de crecimiento muy variable. Por otro lado, los índices de competitividad están en un rango aceptables pero que podrían mejorarse, ya que actualmente está en el lugar 14 como país exportador, siendo que en 1993, 1995 y 1998, llegó a estar en sexto lugar, se aporta información para un posible cambio en las políticas públicas para el apoyo a este sector, así como un marco referencial.

*Palabras clave: competitividad, exportaciones, sector agrícola.*

## ABSTRACT

In this paper we study the behavior of the competitiveness that Mexico has shown, in their dried chilli exports during the period 1993-2009, by obtaining the relative strength index of exports and applying the method of analysis constant market share, the results obtained show that exports of dried chile in Mexico have grown strongly, with a highly variable growth trend, moreover competitiveness indices are in an acceptable range, but that could be improved, and which is currently ranked 14th in the exporting country, considering that in 1993, 1995 and 1998 came to be in sixth place, it provides information for a possible change in public policy to support this sector and a framework

*Key words: competitiveness, exports, agriculture.*

# Competitividad de las exportaciones de chile seco mexicano

## Export competitiveness of mexican dried chile

*Carlos Alberto Flores Sánchez<sup>1</sup>*

*Alejandro Mungaray Lagarda<sup>2</sup>*

- 
- 1 Nacionalidad: Mexicana. Grado: Maestro en Administración. Especialización: Ciencias Económicas. Adscripción: Universidad Autónoma de Baja California. Correo electrónico: cflores@uabc.edu.mx.
  - 2 Nacionalidad: Mexicana. Grado: Doctor en Ciencias económicas. Universidad Nacional Autónoma de México (1997). Posdoctorado en Historia Económica de América Latina y Globalización por la Universidad de California en Los Ángeles, Los Ángeles, CA. (1998). Especialización: Organización industrial y desarrollo microempresarial. Adscripción: Profesor de tiempo completo, Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Economía. Correo electrónico: mungaray@uabc.edu.mx; amungaray@baja.gob.mx.

**Fecha de recepción: 5 de febrero de 2013**

**Fecha de aceptación: 21 de octubre de 2013**

## *Introducción*

**M**éxico es un país que por su ubicación geográfica es un aliado natural comercial de la economía más grande del mundo, Estados Unidos, esta relación natural se ha madurado hasta que se consolidó un Tratado de Libre Comercio entre Canadá, Estados Unidos y México, el cual inicia su proceso de desgravación en 1994 y concluyó en 2008 (Avendaño Ruiz y Acosta Martínez, 2009), el reflejo del Tratado de Libre Comercio es observable en las exportaciones, que en el periodo de 1993 al 2011, aumentaron un poco más de 26 veces y las de agricultura 14 veces, el caso particular del chile seco 16 veces.

Sin embargo, aun con lo que se podría considerar un buen efecto del Tratado de Libre Comercio, es necesario investigar las condiciones de competitividad actuales a las que se enfrenta este producto agroalimentario, pues con el crecimiento se podría estar experimentando una pérdida de competitividad que, en un momento dado, lo coloque fuera de mercado. De otro modo, aproximadamente 80% de las exportaciones de chile seco son para el mercado norteamericano, lo que lo hace muy dependiente de éste, esto significa que ante un cambio en su demanda se verá afectada la economía de la producción de chile seco en México, por lo que identificar el nivel de competitividad permite pensar en otros mercados en los que se pueda entrar y de esta forma ser menos dependientes de Estados Unidos.

Además, las regiones fuertes en la producción de chile seco en México (como el estado de Aguascalientes, Guanajuato, Puebla, San Luis Potosí, Querétaro y Zacatecas) afrontan la escasez de agua, esto tiene un efecto en la producción y por lo tanto en la exportación del chile seco. Al tener un desabasto en México, otros países productores verán la oportunidad de entrar en el mercado norteamericano, y esto impactará en un costo de recuperación de mercado al que se tendrán que enfrentar más adelante los productores mexicanos.

La competitividad se refiere al nivel de rentabilidad privada, a la capacidad de participar exitosamente en el mercado internacional de acuerdo con los precios de mercado existentes (Avendaño Ruiz y

Schwentesius Rindermann, 2004). Para conocer la situación actual de competitividad de las exportaciones del chile seco mexicano, se utiliza el índice de ventaja relativa de exportaciones y se aplica una versión adaptada del método de análisis de participación constante de mercado, los resultados que se obtuvieron muestran que las exportaciones de chile seco de México sí han crecido fuertemente, aun con una tendencia poco estable, de igual forma los índices de competitividad están en un rango aceptables, ¿qué se podría hacer para tener un mejor desempeño de la competitividad de este producto?, es un tema que se desarrolla en la sección de discusión de resultados.

### ***Importancia de las exportaciones de productos agrícolas***

Las exportaciones de frutas y hortalizas se efectúan en México desde el inicio del siglo xx, de los primeros productos que se tiene registro es el tomate de Sinaloa, desde ahí se ha mantenido una fuerte relación del crecimiento de las exportaciones agrícolas de México a Estados Unidos (Avendaño Ruiz, 2005), ésta se observa en el crecimiento económico de las regiones de California y Arizona y el aumento de las exportaciones mexicanas.

Dicha relación se ha fortalecido con el Tratado de Libre Comercio entre Canadá, Estados Unidos y México, en donde las exportaciones continuaron desarrollándose de forma importante como se ve en la tabla 1, la cual contiene los datos que exponen el crecimiento de las exportaciones de chile seco, donde por variación porcentual del año 1993 al 2011 se ve un aumento de un poco más de 16 veces, cuando en las exportaciones totales se tuvo un crecimiento de 26 veces y en las exportaciones de la agricultura fue de 14 veces.

El chile seco presenta un aumento mayor al promedio de la agricultura en su total, de ahí que es relevante el estudio de este producto agroalimentario. De esta manera, al revisar los cambios en el Producto Interno Bruto, se tiene que el PIB agregado únicamente presentó un aumento de 1.5 veces, el PIB sector primario 1.3 veces y el PIB agricultura 1.2 veces, estos contrastantes resultados llevan a la reflexión

Tabla 1. PIB y exportaciones.

Año	PIB Agregado (base 2003) miles de pesos	PIB Sector Primario (base 2003) miles de pesos	PIB Agricultura (base 2003) miles de pesos	Exportaciones Totales (base 2003) miles de pesos	Exportaciones agricultura (base 2003) miles de pesos	Exportaciones Chile Seco (base 2003) miles de pesos
1993	23,486,265,579	896,467,537	568,901,757	137,696,404	8,690,610	14,994
1994	24,612,966,197	934,950,640	588,774,948	179,767,877	10,251,843	10,348
1995	23,080,192,335	947,786,591	597,205,583	455,131,647	29,353,811	23,423
1996	24,347,955,098	978,885,924	623,468,008	639,742,498	31,324,610	65,325
1997	26,113,861,272	998,229,354	628,885,902	783,737,823	35,129,844	82,138
1998	27,408,814,510	1,018,460,184	628,605,464	1,007,147,224	39,470,511	143,275
1999	28,388,683,782	1,060,101,502	648,512,206	1,208,473,728	42,426,071	176,440
2000	30,081,619,384	1,076,900,349	642,011,193	1,418,301,215	44,937,297	166,200
2001	29,795,014,822	1,112,949,397	671,536,489	1,360,157,018	41,436,895	190,960
2002	29,821,459,468	1,110,368,776	665,752,824	1,411,918,532	40,516,208	201,472
2003	30,223,213,532	1,143,005,892	683,742,236	1,577,022,075	54,187,858	193,706
2004	31,448,287,337	1,171,222,493	695,594,277	1,854,684,727	63,951,659	143,648
2005	32,456,340,989	1,140,958,405	657,830,849	1,987,169,354	65,181,173	200,826
2006	34,127,891,834	1,213,220,854	715,512,322	2,298,740,488	74,506,246	220,274
2007	35,240,545,337	1,241,441,537	726,263,941	2,501,042,053	81,032,006	171,873
2008	35,660,120,865	1,256,654,757	734,916,621	2,679,003,192	87,865,095	139,199
2009	33,536,938,309	1,216,993,233	693,400,269	2,687,454,543	104,404,270	208,797
2010	35,392,327,542	1,252,258,870	715,037,506	3,244,670,808	108,801,630	229,091
2011	36,776,384,815	1,214,154,688	662,467,841	3,639,909,830	128,077,660	242,841
% Var. 1993-2011	157%	135%	116%	2643%	1474%	1620%

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI para todas las columnas, excepto la última. <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/>, última columna obtenida de <http://faostat.fao.org>, consulta el 2 de mayo de 2012.

de cuál es la situación de la competitividad de la exportación del Chile seco mexicano, para lo que se usan dos modelos. Este estudio lleva a preguntarse si la ventaja que se presume se obtuvo con el tratado comercial, se sigue manteniendo o se está perdiendo competitividad con el aumento de tratados comerciales y de un mercado cada vez más globalizado.



En la gráfica 1 se observa el comportamiento de las exportaciones del chile seco, donde la línea verde ilustra los cambios presentados de un año a otro en las exportaciones y la línea roja exhibe el comportamiento de las exportaciones del chile seco en general, es muy notoria la variación que se presenta año con año, si se pregunta de ¿por qué sucedió tal variación?, quizá no se tenga una respuesta contundente, lo que es importante identificar en este momento es el efecto de tales variaciones en la competitividad de este producto.

### Comportamiento de las exportaciones de chile seco (valores).

**Gráfica 1.** Comportamiento de las exportaciones de chile seco (valores).



Fuente: Elaboración propia con datos de la <http://faostat.fao.org>, consulta el 2 de mayo de 2012.

### *Producción de chile seco en México*

El chile seco se encuentra dentro del grupo agrícola de las hortalizas, en función de esta clasificación a continuación se ofrecen los principales indicadores del grupo y la relación del producto de estudio con el grupo. En primer lugar, se hace un comparativo del valor de la producción total de hortalizas contra el valor de la producción de chile seco (véase relación), donde se ha tenido una participación promedio de 7.06% del total del valor de la producción, que es importante dada la gran cantidad de hortalizas que se siembran en México, aproximadamente 70 diferentes variedades clasificadas en siete grupos distintos

(semillas y granos, frutos, bulbos, coles, hojas, tallos tiernos, pepónides, raíces y flores comestibles), el chile seco entra dentro de los frutos. Y en cuanto a la superficie cosechada de chile seco fue en promedio el 9.33% del total de la superficie cosechada durante el periodo de estudio.

#### Relación entre chile seco y hortalizas (producción y superficie cosechada).

Año	Total general superficie cosechada HORTALIZAS	Total general superficie cosechada CHILE SECO	%	Año	Valor de la producción HORTALIZAS Total general	Valor de la producción CHILE SECO	%
	1993	485,557	46,909		9.66%	1993	8,902,223,519
1994	430,642	31,267	7.26%	1994	7,778,344,424	450,781,827	5.80%
1995	431,688	37,201	8.62%	1995	9,788,344,424	664,433,943	6.79%
1996	451,421	29,629	6.56%	1996	14,756,317,029	733,978,584	4.97%
1997	506,712	47,520	9.38%	1997	22,510,956,503	1,650,524,279	7.33%
1998	540,665	43,460	8.04%	1998	28,180,289,936	1,873,031,673	6.65%
1999	581,146	61,467	10.58	1999	28,432,600,863	1,999,640,176	7.03%
2000	553,144	49,662	8.98%	2000	27,097,766,652	2,379,005,522	8.78%
2001	562,051	48,606	8.65%	2001	27,838,102,198	2,033,916,642	7.31%
2002	548,397	55,699	10.16%	2002	27,215,080,137	1,831,511,490	6.73%
2003	559,782	56,146	10.03%	2003	33,292,023,677	2,166,074,383	6.51%
2004	585,135	56,110	9.59%	2004	42,970,617,434	3,699,613,509	8.61%
2005	593,610	57,444	9.68%	2005	38,063,972,454	2,531,432,198	6.65%
2006	605,612	59,650	9.85%	2006	39,065,597,831	1,893,684,164	4.85%
2007	567,202	53,736	9.47%	2007	42,700,184,140	2,994,086,675	7.01%
2008	537,328	47,719	8.88%	2008	45,104,066,008	2,962,919,494	6.57%
2009	542,608	62,936	11.60%	2009	43,787,576,509	3,557,391,018	8.12%
2010	545,640	60,000	11.00%	2010	52,885,502,776	4,041,641,293	7.64%

Fuente: SIACON 1980-2010. Obtenido de <http://www.siap.gob.mx>, consulta el 22 de abril de 2012.

## Principales productores de chile seco en 2010.

Posición	País	Producción (Int \$1000 Dólares)	Producción (MT)	Participación producción valor	Porcentaje acumulado
1	India	1,344,966	1,227,800	43.49%	43.49%
2	China	278,019	253,800	8.99%	52.48%
3	Pakistán	210,103	191,800	6.79%	59.27%
4	Tailandia	174,044	158,883	5.63%	64.90%
5	Etiopía	154,674	141,200	5.00%	69.90%
6	Myanmar	122,030	111,400	3.95%	73.85%
7	Bangladesh	119,785	109,350	3.87%	77.72%
8	Perú	116,991	106,800	3.78%	81.51
9	Vietnam	100,231	91,500	3.24%	84.75%
10	Ghana	88,839	81,100	2.87%	87.62%
11	Rumania	51,704	47,200	1.67%	89.29
12	Nigeria	50,718	46,300	1.64%	90.93%
13	Egipto	49,951	45,600	1.62%	92.55%
14	México	42,502	38,800	1.37%	93.92%
15	República Democrática del Congo	41,188	37,600	1.33%	95.25%
16	Benin	31,329	28,600	1.01%	96.27%
17	Turquía	30,891	28,200	1.00%	97.27%
18	Hungría	29,138	26,600	0.94%	98.21%
19	Bosnia y Herzegovina	28,042	25,600	0.91%	99.11%
20	Camerún	27,385	25,000	0.89%	100.00%
	Total		3,092,530	2,823,133	

Fuente: Food and Agriculture Organization of the United Nations. Obtenido de <http://faostat.fao.org>, consulta el 29 de abril de 2012.

### ***Principales países productores, exportadores e importadores de chile seco***

A continuación se ofrece un panorama de la situación actual mundial del chile seco, en primer lugar vemos en la tabla 3, los 20 principales productores de chile seco. Donde India produce 1 227 800 toneladas, lo que representa un 43% del valor de producción de los 20 países mas importantes productores de chile seco, le sigue China con un 9%, Pakistán con un 7% aproximado, Tailandia y Etiopía con un 5%, Myanmar, Bangladesh y Perú cerca del 4%, Vietnam y Ghana cerca del 3%, Rumania, Nigeria, Egipto y México cerca del 1.5%.

México ha variado su posición en el ranking, de haber estado en 1993 en el número 6, ocupa en la actualidad el número 14 del rango mundial. Ahora, hablando de los países exportadores de chile seco se exponen en la tabla 4.

#### **Principales 10 países exportadores de chile seco por cantidad.**

País	Periodo 1993-2009	
	Sumatoria (Tons)	Porcentaje de participación
India	1,613,860	29%
China	1,319,624	24%
España	405,388	7%
Perú	336,140	6%
Malasia	305,559	6%
México	164,398	3%
Zimbabue	92,155	2%
Singapur	89,715	2%
Myanmar	85,513	2%
Estados unidos de América	79,778	1%

Fuente: Food and Agriculture Organization of the United Nations. Obtenido de <http://faostat.fao.org>, consulta el 29 de abril de 2012.

La tabla anterior registra a los países más importantes en la exportación de chile seco, entre los primeros cuatro suman 66% de las exportaciones mundiales y 61% del valor total de las exportaciones mundiales. Ahora se presentan los países más importantes en cuanto a la importación de chile seco.

La tabla 5 indica los principales países importadores de chile seco que son Estados Unidos, Malasia, Alemania y España. Llama la atención la aparición de México y España en ambos grupos, exportadores e importadores.

#### Principales 10 países importadores de chile seco por cantidad.

País	Periodo 1993-2009 Sumatoria (Tons)	Porcentaje de participación
Estados Unidos de América	1,144,127	19%
Malasia	929,278	16%
España	409,287	7%
Sri Lanka	359,579	6%
México	300,151	5%
Tailandia	286,983	5%
Alemania	265,052	4%
Japón	181,032	3%
Singapur	180,850	3%
Bangladesh	152,758	3%

Fuente: Food and Agriculture Organization of the United Nations. Obtenido de <http://faostat.fao.org>, consulta el 29 de abril de 2012.

#### *Metodología*

Para el estudio de la competitividad de las exportaciones del chile seco mexicano, se hace primero un análisis del comportamiento que ha tenido desde el valor de la producción, la evolución de las exportaciones, las importaciones, ya que esto nos da un primer acercamiento

para conocer lo que ha presentado a través del tiempo por dichos indicadores.

Después se calcula el índice de ventaja relativa de exportaciones propuesto por Vollrath (1991), que es una forma de medir las ventajas competitivas para productos agrícolas mediante la determinación de un índice para productos agrícolas específicos que usa datos reales del comercio, permite diferenciar a los países con ventaja competitiva en un producto en particular con relación a aquellos que no la tienen, y también facilita comparar las tendencias de la competitividad relevada entre los países que compiten en el mercado de ese producto. El índice se obtiene mediante la siguiente operación.

$$u_{xt} = b_{11} \varepsilon_{xt}$$

La descripción de cada una de las variables se da a continuación:

*VRE<sub>ai</sub>* = Ventaja relativa de exportaciones de la mercancía *a* en el país *i*.

*X<sub>ai</sub>* = Valor de las exportaciones de la mercancía *a* en el país *i*.

*X<sub>ni</sub>* = Valor de las exportaciones totales (excepto la mercancía *a*) en el país *i*.

*X<sub>ar</sub>* = Valor de las exportaciones de la mercancía *a* en el mundo (menos el país *i*).

*X<sub>nr</sub>* = Valor de las exportaciones totales (menos la mercancía *a*) en el mundo (menos el país *i*).

La interpretación de los resultados, en caso de que el índice sea mayor a uno, revela ventaja comparativa en el producto en cuestión, y si es menor a uno el país presenta una desventaja comparativa. Los

cambios del indicador en el tiempo dan información acerca de las tendencias en la competitividad del producto en un periodo dado, si crece expresa que el país está ganando competitividad y si se reduce significa que se pierde competitividad (Vollrath 1991).

Además, se usa el método de análisis de participación constante de mercado, CMS, que fue popularizado por Leamer y Stern (1970), es una técnica estadística que faculta descomponer el crecimiento de las exportaciones para estudiar su comportamiento, y evaluar el grado en que los factores estructurales y de competitividad explican su desempeño en un periodo determinado.

El punto de partida de este método es:

$$s = \frac{q}{Q}$$

Donde el significado de cada variable es:

*s = Participación de mercado de un país específico.*

*q = Exportaciones del país al mercado de referencia.*

*Q = Exportaciones del grupo de países competidores que exportan al mercado de referencia ( el estándar ).*

De la fórmula anterior se despeja la  $q$  y se realiza una diferenciación con respecto al tiempo, se obtiene:

$$\Delta q = S\Delta Q + Q\Delta S$$

Donde los términos se interpretan de la siguiente manera:

$\Delta$  = cambio de la variable en el tiempo.

$S\Delta Q$  = efecto estructural.

$Q\Delta S$  = residual o efecto competitividad.

El efecto estructural representa el cambio hipotético de las exportaciones esperadas, suponiendo que la participación de mercado del país en estudio se mantiene constante, en este caso las exportaciones crecerían a una hipotética tasa dada por el crecimiento de la demanda.

El residual se refiere a la diferencia entre las exportaciones reales y las esperadas y se asocia a cambios en la competitividad. Aquí la interpretación se genera a partir del signo obtenido, en caso de que sea negativo se traduce en el sentido de que el país en estudio está perdiendo competitividad, puesto que sus precios crecen más aprisa que el resto de países competidores y por tanto pierde participación de mercado (Leamer y Stern, 1970). Lo contrario, se entiende cuando aparezca un signo positivo. Sin embargo, existen otros factores que también pueden estar afectando los cambios en la competitividad, tales como las modificaciones en la calidad de los productos, la tasa del tipo de cambio, la eficiencia de los servicios de ventas y de préstamos financiados, costos de transporte y las políticas comerciales discriminatorias (Contreras-Castillo, 1999).

La ecuación  $\Delta q = S\Delta Q + Q\Delta S$  sólo es válida para periodos cortos y como en el caso de este estudio es de 19 años, se aplica una descomposición a intervalos discretos usando las variables de comienzo y fin del periodo. De tal forma que se obtiene la siguiente ecuación que es la que sirve al ejercicio.

$$\Delta q = S0\Delta Q + \Delta SQ0 + \Delta S\Delta Q$$



Donde:

$0 =$  Comienzo del período.

$1 =$  Fin del período.

$S1 = S0$  ¿  $S$

$SQ =$  Efecto interacción o de segundo orden.

La ecuación,  $\Delta q = S\Delta Q + Q\Delta S$  incorpora un elemento dinámico de análisis, que es el efecto de segundo orden, el cual se entiende que captura la interacción entre cambios en la participación de mercado con cambios en la demanda. Si se desagregan las exportaciones en flujos de varias mercancías y varios mercados, la ecuación se convierte en

$$\Delta q = \sum \sum S_{ij} \Delta Q_{ij} + \sum \sum \Delta S_{ij} Q_{ij} + \sum \sum \Delta S_{ij} \Delta Q_{ij}.$$

Donde:  $Q_{ij} =$  exportaciones del estándar de la mercancía  $i$  al mercado  $j$ .

Aquí únicamente se maneja un producto en un solo mercado, se tiene:

$$y_{t-1} = 52.234 - .65488m_{t-1} + .68479x_{t-1} - .14751e_{t-1}$$

Donde:

$Sj0\Delta Qj =$  efecto estructural.

$\Delta SjQj0 =$  efecto competitividad o residual.

$\Delta Sj\Delta Qj =$  efecto interacción o de segundo orden.

En un segundo nivel de descomposición cada uno de los tres efectos anteriores se desagrega en dos y en total se obtienen seis efectos.

$$\Delta q = St0\Delta Qj + (Sj0\Delta Qj - St0\Delta Qj) + \Delta StQj0 + (\Delta SjQj0 - \Delta StQj0) + \left(\frac{Qt1}{Qt0} - 1\right) \Delta SjQj0 + \left[\Delta Sj\Delta Qj - \left(\frac{Qt1}{Qt0} - 1\right) \Delta SjQj0\right]$$

Donde:

$St0\Delta Qj = \text{efecto crecimiento.}$

$(Sj0\Delta Qj - St0\Delta Qj) = \text{efecto de mercado.}$

$\Delta StQj0 = \text{efecto residual puro.}$

$(\Delta SjQj0 - \Delta StQj0) = \text{efecto residual estructural estático.}$

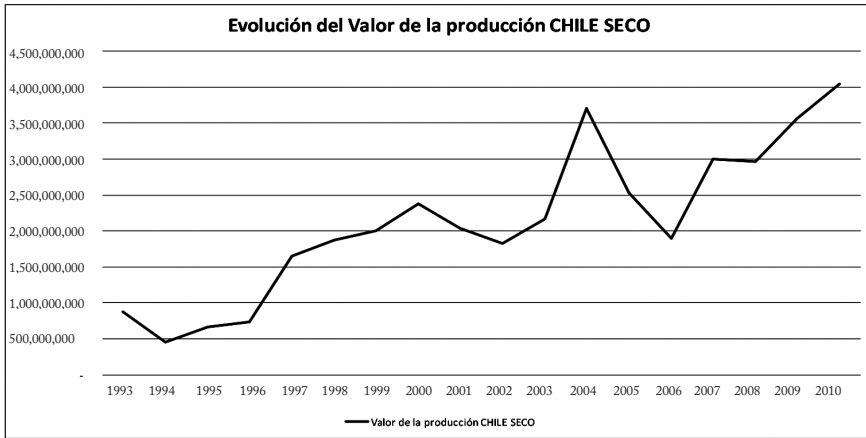
$\left(\frac{Qt1}{Qt0} - 1\right) \Delta SjQj0 = \text{efecto segundo orden puro.}$

$\left[\Delta Sj\Delta Qj - \left(\frac{Qt1}{Qt0} - 1\right) \Delta SjQj0\right] = \text{efecto residual estructural dinámico.}$

### **Resultados**

Se graficaron los comportamientos de la producción, las exportaciones y las importaciones del chile seco y se observa en la gráfica 2 que la producción de chile seco ha aumentado en el país, aunque no es un crecimiento constante y estable, pero sí representa un crecimiento de cuatro veces el valor que se tenía en 1993.

## Evolución del valor de la producción de chile seco.



Fuente: Elaboración propia con datos de SIACON 1993-2010. Valores en precios corrientes. Obtenido de <http://www.siap.gob.mx>, consulta el 22 de abril de 2012.

## Evolución del valor total de las exportaciones.

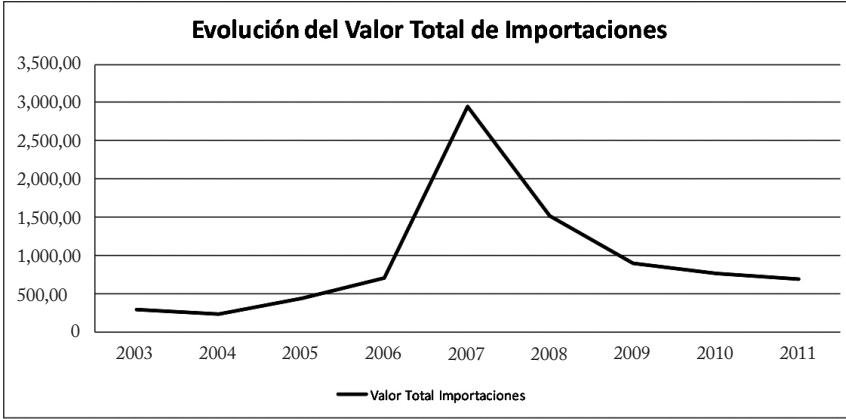


Fuente: Elaboración propia con datos de SIACON 1993-2010. Valores en precios corrientes. Obtenido de <http://www.siap.gob.mx>, consulta el 22 de abril de 2012.

Así, la gráfica 3 deja ver que las exportaciones en los últimos diez años han tenido una caída en su crecimiento con un ligero repunte en

el 2010, que se mantuvo en el 2011. Por último, las importaciones que se observan en la gráfica 4, exhiben un comportamiento más o menos constante a excepción de 2006 y 2007 que se tiene una triplicación de lo que habitualmente se había manifestado.

#### Evolución del valor total de las importaciones.



Fuente: Elaboración propia con datos de SIACON 1980-2010. Valores en precios corrientes. Obtenido de <http://www.siap.gob.mx>, consulta el 22 de abril de 2012.

En cuanto a ventaja relativa de exportación que se expone en la tabla 6, se ve que el comportamiento de este indicador de ventaja relativa ha tenido un comportamiento de forma de u invertida, es decir al inicio del TLC tendió a subir y al llegar 2004 inició un descenso, que hasta el 2009 no se veía recuperación, si se compara este índice con el comportamiento de las exportaciones se tiene que los cambios bruscos en este último parecieran restar competitividad.

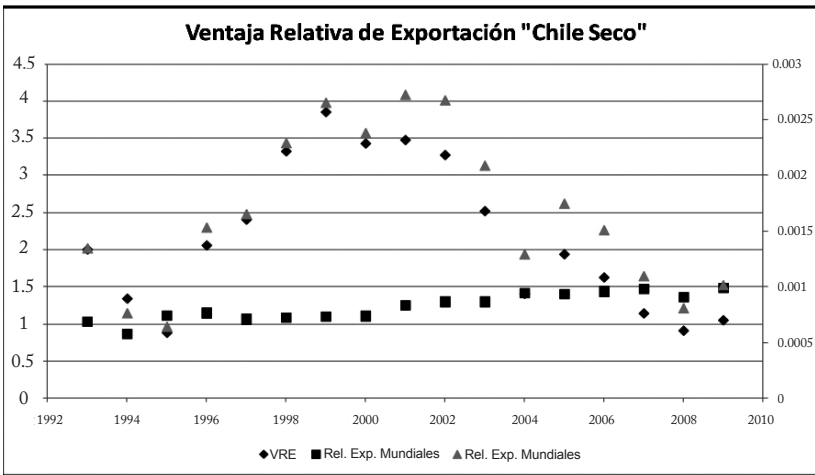
## Índice de ventaja relativa de exportación chile seco.

Año	Valor de Export. Méx. (1000 US)		Valor de Export. Mundiales (1000 US)		Ventaja Relativa de Exportación					
	Chile		Chile		X <sub>ai</sub>	X <sub>ni</sub>	X <sub>ar</sub>	X <sub>nr</sub>	VRE	
	Productos Agropec.	Seco	Productos Agropec	Seco						
1993	3,585,005	4,813	338,736,328	232,560	4,813	3,580,192	227,747	338,508,581	1.9981	
1994	4,032	3,006	388,456,138	224,518	3,066	4,029,263	221,452	388,234,686	1.3340	
1995	5,717,816	3,649	442,872,357	327,545	3,649	5,714,167	323,896	442,548,461	0.8725	
1996	5,622,131	8,596	465,538,658	355,478	8,596	5,613,535	346,882	465,191,776	2.0536	
1997	6,292,566	10,373	457,582,607	324,756	10,373	6,282,193	314,383	457,268,224	2.4016	
1998	6,856,760	15,683	437,752,117	317,345	15,683	6,841,077	301,662	437,450,455	3.3244	
1999	6,966,732	18,455	417,181,984	305,680	18,455	6,948,277	287,225	416,894,756	3.8551	
2000	7,394,687	17,577	411,015,050	302,892	17,577	7,377,110	285,315	410,729,735	3.4300	
2001	7,513,892	20,440	414,363,938	345,235	20,440	7,493,452	324,795	414,039,143	3.4772	
2002	7,813,322	20,856	442,647,139	382,551	20,865	7,792,457	361,686	442,285,453	3.2743	
2003	8,613,808	17,954	525,101,026	453,300	17,954	8,595,854	435,346	524,665,680	2.5172	
2004	9,881,815	12,728	607,356,510	571,976	12,728	9,869,087	559,248	606,797,262	1.3993	
2005	10,571,619	18,428	653,865,920	608,365	18,428	10,553,191	589,937	653,275,983	1.9337	
2006	13,427,617	20,210	721,854,747	690,962	20,210	13,407,407	670,752	721,183,995	1.6207	
2007	14,388,890	15,722	873,821,472	857,067	15,722	14,373,168	841,345	872,980,127	1.1350	
2008	15,542,247	12,507	1,059,038,245	958,059	12,507	15,529,740	945,552	1,058,092,693	0.9012	
2009	15,284,464	15,451	946,843,048	933,990	15,451	15,269,013	918,539	945,924,509	1.0421	

Fuente: Elaboración propia con datos de la FAOSTAT. Obtenidos de <http://faostat.fao.org/site/535/DesktopDefault.aspx?PageID=535#ancor>, consulta el 29 de abril de 2012.

La gráfica 5 ilustra el comportamiento del índice de ventaja relativa de exportación para el chile seco mexicano representado con la figura rombo, se realiza un comparativo con la participación que tienen las exportaciones mundiales de chile seco con todas las exportaciones de productos agropecuarios representado con la figura de cuadro, y la participación que tienen las exportaciones nacionales de chile seco con todas las exportaciones de productos agropecuarios nacionales, representado con la figura de triángulo.

Índice de ventaja relativa de exportación.



Fuente: Elaboración propia con datos de la faostat. Obtenidos de <http://faostat.fao.org/site/535/Desktop-Default.aspx?PageID=535#ancor>, consulta el 29 de abril de 2012.

Lo que se logra como resultado es que el índice de ventaja relativa de exportación siguió la tendencia que marcaba la relación de las exportaciones de chile seco con el total de agropecuarios. La gráfica 6 registra las exportaciones mundiales de chile seco de los cuatro principales competidores en el mercado internacional de México, donde se ve el dominio de India y China, Perú que ha venido de menos a más, España que se ha mantenido constante y México que como ya se

había comentado tuvo un buen inicio a partir de 1994 hasta llegar el 2004 que comienza un descenso.

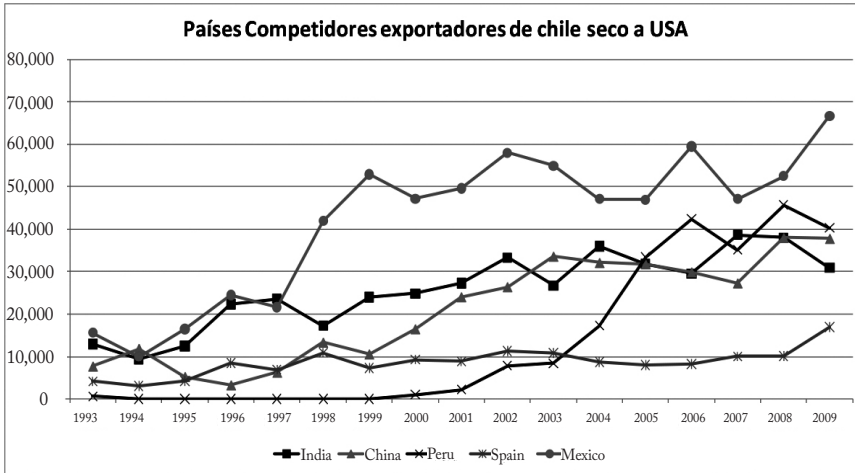
### Países competidores en la exportación de chile seco.



Fuente: Elaboración propia con datos de la FAO/STAT. Obtenidos de <http://faostat.fao.org/site/535/Desktop-Default.aspx?PageID=535#anchor>, consulta el 29 de abril de 2012.

La gráfica 7 muestra el comportamiento de los países que exportan chile seco a Estados Unidos de América, donde queda en manifiesto el dominio de México, que comienza una separación de sus competidores en 1997. Ese crecimiento llegó a su tope en 1997 y ahí se ha mantenido con algunos altibajos, sin notoriedad hasta el 2009 que sube hasta cerca de 70 000 toneladas. Sin embargo, Perú da un gran brinco a partir del 2001, China e India presentan un crecimiento constante regular fuerte y España regular débil.

### Competidores exportadores de chile seco a USA.



Fuente: Elaboración propia con datos de la FAOSTAT. Obtenidos de <http://faostat.fao.org/site/535/DesktopDefault.aspx?PageID=535#ancor>, consulta el 29 de abril de 2012.

El análisis de participación de mercado para México del producto chile seco, se realizó comparando los cuatro países más exportadores mundialmente y además competidores en el mercado estadounidense (India, China, Perú y España), se obtuvo que el que ha tenido un cambio más significativo en sus exportaciones a Estados Unidos fue Perú con 62 344, seguido por México con 44 808, China con 30 540, India con 14 017 y España con 13 028, lo que significa que todos externan un crecimiento en participación, aunque quien ofrece un mayor aumento en su cambio en exportaciones es Perú, como se puede ver en la tabla 7.



## Participación constante de mercado.

	India	China	Perú	España	México
Efecto estructural.	$S_0 \Delta Q_0 =$	16,329	1,326	10,179	27,366
Efecto competitividad o residual.	$\Delta S_j Q_0 =$	2,309	10,252	406	1,970
Efecto interacción o de segundo orden.	$\Delta S_j \Delta Q_0 =$	11,901	50,767	2,443	15,471
Efecto crecimiento.	$S_0 \Delta Q_0 =$	61,244	79	26,149	2,694
Efecto de mercado.	$(S_0 \Delta Q_0 - S_0 DQ_0) =$	4,685	1,247	- 15,970	24,672
Efecto residual puro.	$\Delta S_t Q_0 =$	3,979,633,294	3,137,744,504	833,869,837	322,668,969
Efecto residual estructural estático.	$(\Delta S_j Q_0 - \Delta S_t Q_0) =$	- 3,979,630,985	- 3,137,734,253	- 833,869,431	- 322,666,999
Efecto segundo orden puro.	$(Q_{t1}/Q_{t0}-1)\Delta S_j Q_0 =$	5,209,120,538	73,249,590	159,345,080	210,884,695
Efecto residual estructural dinámico.	$(Q_{t1}/Q_{t0}-1) \Delta S_j Q_0 =$	- 5,209,133,182	- 73,198,823	- 159,342,637	- 210,869,223
Cambio en la exportaciones.	$\Delta q =$	14,017	62,344	13,028	44,808

Fuente: Elaboración propia con datos de la FAOSTAT. Obtenidos de <http://faostat.fao.org/site/535/DesktopDefault.aspx?PageID=535#ancor>, consulta el 29 de abril de 2012.

El efecto estructural, el efecto competitividad y el efecto de segundo son positivos para todos los países, excepto para India, lo que representa que el aumento de la demanda del chile seco ha favorecido a los países que tienen un índice positivo. No obstante, no ha sido así para India, donde el impacto positivo ha sido más favorable para Perú con 50 767, México con 15 471 y China con 11 901. El efecto residual puro ofrece un mejoramiento de la competitividad para todos los países, aunque el efecto de competitividad resultó significativo para Perú con 10 252, le siguió China con 2309, México con 1970 y España con el menor índice positivo de 406, mas India registró un efecto de competitividad negativo de 3446.

En cuanto a los efectos de segundo orden se tiene que todos presentaron un crecimiento positivo, respecto al efecto de mercado India, Perú y México exhiben un indicador positivo, lo que señala que sus exportaciones se han mantenido fuertemente relacionadas con el mercado de Estados Unidos, para el caso de China y España explica que han buscado mercados alternativos en donde colocar su producto, lo que les da menos dependencia del mercado norteamericano.

Con los resultados anteriores, se distingue que México se ha mantenido competitivo y le ha favorecido el crecimiento de demanda de chile seco del mercado norteamericano, también es importante observar la participación de Perú, quien ha ido ganando con fuerza el mercado. Además, si se considera que se puede continuar con una pérdida en la competitividad de las exportaciones del chile seco, dadas las cuestiones climáticas aunadas al Tratado de Libre Comercio de los Estados Unidos de Norteamérica con Perú (el cual entró en vigor en febrero de 2012), se puede crear un ambiente de poco interés para producir el chile seco por productores mexicanos, ya que el costo de producción de este producto en Perú es de aproximadamente 30% menos (Bosque, 2012).

### **Conclusiones**

Con los resultados obtenidos del comportamiento y de los índices de competitividad aplicados al caso del chile seco mexicano, se vio

un crecimiento en la producción y sus exportaciones en el periodo de estudio (1993-2010), siendo la parte de la producción más estable que las exportaciones. Es decir, los envíos de mercancías tuvieron variaciones muy pronunciadas que se pueden atribuir a los cambios que presenta la demanda de Estados Unidos, y dada la relación de dependencia comercial de México con este país, se ve un impacto en dichos envíos.

Es así que las exportaciones de chile seco a Estados Unidos iniciaron un crecimiento dinámico a partir de 1994 hasta llegar a su máximo en el 2009, donde al inicio de 1994 México se encontraba a la par de la India en las exportaciones a Estados Unidos y, desde 1997, México duplica sus envíos al vecino país del norte y de ahí logra mantenerse como líder en las exportaciones de chile seco.

Cabe mencionar que, en la actualidad, se experimentan temporadas de sequía en las principales regiones que siembran este producto, lo que ha afectado el resultado de las exportaciones del 2012, este fenómeno marca la pauta para tener presente la actual situación competitiva y de participación de mercado, puesto que dicha posición competitiva sirve de indicador para mantenerse entre los líderes y plantearse los objetivos de políticas públicas a largo plazo.

En cuanto a los resultados que se lograron con el índice de ventaja relativa de exportación, se tiene que el comportamiento ha sido de una U invertida con relación al inicio y proceso de aplicación del TLC, pues al inicio se dio un alto nivel de ventaja relativa, después se estancó de 1998 a 2002 y de ahí comenzó un descenso en su nivel de ventaja relativa, esto da una pauta para plantear objetivos y reflexionar sobre el liderato en las exportaciones a Estados Unidos.

Empero, el índice de ventaja relativa muestra un descenso, lo que implica que otros países competidores están tomando más importancia en los mercados donde tiene presencia México, o que se están abriendo nuevos mercados para el producto en cuestión, lo cual es importante valorar porque, como se mencionó antes, se tiene una gran dependencia del mercado norteamericano y se es susceptible a sus cambios en la demanda, de tal forma que el identificar la apertura

de nuevos mercados podría beneficiar en que se tenga una cartera de clientes más amplia.

El análisis con el método de participación constante de mercado reveló que México es competitivo y ha mantenido su actividad en el mercado norteamericano, señala una dependencia a éste, la cual no es favorable porque en caso de un cambio negativo en la demanda le afectará. Mientras tanto, Perú se ha convertido en un fuerte competidor que ha tenido gran avance en su participación en el mercado estadounidense y ha logrado un buen crecimiento en su competitividad.

La situación actual de México para la producción de chile seco evidenció un problema de raíz climática dada la escasez de agua en las regiones productoras. Por otro lado, el Tratado de Libre Comercio entre Estados Unidos y Perú, puede traer consecuencias no favorables para los productores de chile seco, se debe retomar el papel de estos últimos, ya que es un producto de arraigo mexicano que no puede perder su identidad nacional, se necesita el esfuerzo de los productores, instituciones públicas, privadas, centros de investigación y universidades para lograr una mayor calidad y competitividad del chile seco, el reto está ahí, los indicadores servirán para dar pauta en fijar los objetivos a lograr para mejorar su desempeño en los mercados internacionales, así como mantener vigilados a los países competidores.

### *Referencias bibliográficas*

Avendaño Ruiz, Belem Dolores (2005). "Globalización y competitividad en el sector hortofrutícola: México, el gran perdedor." *El cotidiano*. Pp. 91-98.

----- and Acosta Martínez, Ana Isabel (2009). "Midiendo los resultados del comercio agropecuario mexicano en el contexto del tlcan." *Estudios Sociales*. Pp. 42-81.

----- and Rita Schwentesius Rindermann (2004). "Factores de competitividad en la producción y exportación de hortalizas: El caso del valle de Mexicali, B. C., México." *Problemas del desarrollo, Revista latinoamericana de economía*. Pp. 165-192.

- Bosque, Monserrat. Inforural. 7 de febrero de 2012. <http://www.inforural.com.mx/spip.php?article88729>. Consultado el 15 de mayo de 2012.
- Contreras-Castillo, José María (1999). "La competitividad de las exportaciones mexicanas de aguacate: un análisis cuantitativo." *Revista Chapingo Serie Horticultura*. Pp. 393-400.
- Leamer, E.E., and R.M. Stern (1970). "Quantitative International Economics." *Allyn and Bacon, Inc.*, Pp. 171-183.
- Vollrath, T.L. (1991). "A theoretical evaluation of alternative trade intensity measures of revealed comparative advantage." *Weltwirtschaft Archiv. Review of World Economics*. Pp. 265-279.

## RESUMEN

A partir de los hechos estilizados de la economía mexicana del periodo 2003-2012, se prueba la validez en el corto y largo plazo de la Ley de Thirlwall, mediante la técnica econométrica del VAR estructural cointegrado. En el modelo desarrollado se considera que el tipo de cambio real es una variable que puede tener un efecto importante sobre la demanda, tal como lo menciona López y Cruz (1999). Cabe resaltar, que la mayoría de los estudios que estiman dichas variables, sólo analizan los efectos de largo plazo de la propia Ley de Thirlwall, no obstante, para esta investigación, a través del cálculo de los impulso-respuesta se puede realizar inferencia económica sobre lo que ocurre en el corto plazo con las variables económicas. Finalmente, se respalda el empleo de la metodología SVAR, puesto que ésta permite imponer restricciones teóricas, lo cual valida el modelo de crecimiento, restringido por la balanza de pagos, que propone A. Thirlwall en 1979 y que, además, confirma la hipótesis de la relevancia que tiene el tipo de cambio en el crecimiento de corto plazo en la economía mexicana.

*Palabras clave: Ley de Thirlwall, SVAR, tipo de cambio, México.*

## ABSTRACT

From the stylized facts of the Mexican economy in the period 2003-2012, the validity is tested in the short and long term Thirlwall 's Law, by econometric technique of cointegrated structural var. In the model developed, it is considered that the real exchange rate is a variable that can have a significant effect on the demand, as mentioned López and Cruz (1999). It should be noted that most studies that consider these variables, only analyze the long-term effects of Thirlwall's Law itself, however, for this research, through the calculation of the impulse response can be economic inference about what happens in the short term economic variables. Finally, it supports the use of SVAR, methodology as this allows theoretical restrictions, which validates the growth model, constrained by the balance of payments, which proposes A. Thirlwall in 1979 and also confirms the hypothesis of the relevance of the exchange rate in the short-term growth in the Mexican economy.

*Keywords: Thirlwall Law, SVAR, exchange rates, México.*

# Ley de Thirlwall y tipo de cambio: Un análisis empírico para la economía mexicana de 2003 a 2012, mediante la metodología del modelo SVAR cointegrado

Thirlwall Law and exchange rate: An empirical analysis for the mexican economy from 2003 to 2012, through the cointegrated SVAR model methodology

*Guillermo Arenas Díaz<sup>1</sup>*

*Alfredo Gabriel Blando Ambriz<sup>2</sup>*

1 Nacionalidad: Mexicana. Grado: Licenciatura en Economía. Especialización: Maestría en Economía. Adscripción: Universidad Nacional Autónoma de México. Correo electrónico: memoare20@gmail.com.

2 Nacionalidad: Mexicana. Grado: Licenciatura en Economía. Especialización: Maestría en Economía. Adscripción: Universidad Nacional Autónoma de México. Correo electrónico: alfredoblando@gmail.com.

Fecha de recepción: 5 de febrero de 2013

Fecha de aceptación: 16 de enero de 2014

## **Introducción**

**E**l crecimiento económico ha sido un tema de discusión entre las diferentes escuelas de pensamiento (oferta y demanda). Sólo pocas han dado una fuerte evidencia empírica de los principales determinantes de dicho crecimiento. Por lo anterior, el objetivo principal de la siguiente investigación es analizar las restricciones al crecimiento, a través de la Ley de Thirlwall (1979), al añadir la variable de tipo de cambio tanto en el corto como en el largo plazo.

La importancia de dicho estudio radica en que el sector externo determina fuertemente el crecimiento de una economía, en especial a las economías emergentes como es el caso de la mexicana. La razón por la que se escoge esta última es debido a que presenta una dependencia importante con el sector externo, principalmente con Estados Unidos

La hipótesis es que en el corto plazo, la Ley de Thirlwall (1979) no se cumple, ya que ésta obtiene importancia conforme pasa el tiempo, es decir es un fenómeno dinámico; por otro lado, la restricción de crecimiento en el largo plazo para la economía mexicana es el desequilibrio en la cuenta corriente de la balanza de pagos, tal como lo dice la Ley de Thirlwall (1979). Para el caso del tipo de cambio, el papel que tiene en el corto plazo es positivo con respecto al crecimiento económico, no obstante, en el largo plazo, una devaluación de dicha variable afectaría de forma negativa.

Dicho lo anterior el siguiente trabajo se divide en cinco partes. En la primera se analiza la teoría, así como algunas de las discusiones acerca de la Ley de Thirlwall (1979) y el tipo de cambio en el crecimiento económico. En la segunda, se lleva a cabo la revisión de los hechos estilizados; en la tercera se describe la metodología. En la cuarta se muestran los resultados de la investigación y en la quinta finalmente se exponen algunas conclusiones.



### *Análisis de la ley de Thirlwall*

La causa del crecimiento económico y las variables que lo impulsan ha sido el tema a discutir en la literatura económica en los últimos tiempos, ya que toma relevancia cuando surge la crítica hacia la teoría neoclásica, al recordar que éste se enfoca en el problema de oferta, la teoría del crecimiento endógena modifica el supuesto de los rendimientos decrecientes en capital y añade otras fuentes que pueden incentivar el crecimiento de la economía como lo es el gasto en inversión y desarrollo que genera conocimiento, planteado por Romer (1986), el impulso por la vía del capital humano especializado que propuso Lucas (1988) o derramas tecnológicas por la apertura comercial y la liberalización financiera, desarrollada por Grossman y Helpman (1991) (Thirlwall, 2003). En su crítica a la última teoría de crecimiento, Thirlwall observa que existe una limitación al no incluir el comercio exterior y su relación con el sector manufacturero, por medio de la balanza de pagos, debido a que pueden surgir restricciones al crecimiento por el lado de la demanda, la llamada Ley de Thirlwall.

Para una economía abierta la principal restricción de la demanda va a ser el equilibrio en la balanza de pagos. Ningún país puede crecer más rápido que la tasa consistente con el equilibrio de esta última. A continuación se desarrolla el modelo:

Partimos de la condición de equilibrio de la balanza comercial:

$$P_d X = P_f M E \quad (1)$$

Donde  $P_d$  son los precios de las exportaciones en moneda nacional,  $X$  es la cantidad de exportaciones,  $P_f$  son los precios de las importaciones en moneda extranjera y  $E$  es el tipo de cambio como el precio de la moneda nacional en moneda extranjera. Thirlwall (1979) obtuvo la condición de equilibrio de la balanza de pagos:

$$p_d x = p_f m + e \quad (2)$$

A partir de las funciones de demanda que determinan el comercio internacional:

$$x = \eta(p_d - p_f - e) + \varepsilon(z) \quad (3)$$

$$m = \psi(p_f + e - p_d) + \pi(y) \quad (4)$$

Donde  $\eta$  es la elasticidad precio de la demanda de las exportaciones,  $\psi$  es la elasticidad precio de la demanda de las importaciones;  $\varepsilon$  es la elasticidad ingreso de las exportaciones,  $\pi$  es la elasticidad ingreso de las importaciones;  $z$  es la tasa de crecimiento del ingreso internacional,  $e$  es la tasa de crecimiento del ingreso nacional. Al sustituir las expresiones (3) y (4) en (2) y al despejar se obtiene, la tasa de crecimiento del ingreso consistente con el equilibrio de la balanza de pagos:

$$y_B = \frac{((1 + \eta + \psi)(p_d - p_f - e) + \varepsilon(z))}{\pi} \quad (5)$$

La ecuación cinco tiene implicaciones económicas de acuerdo a Thirlwall (1979):

- a) Una mejora en los términos de intercambio reales (tipo de cambio real),  $(P_d - P_f - e)$ , mejora la tasa de crecimiento consistente con el equilibrio de la balanza de pagos de un país.
- b) El más rápido crecimiento de precios de un país en relación con otro, medido en una moneda común, disminuirá la tasa de crecimiento de equilibrio de la balanza de pagos de ese país si la suma de las elasticidades precio (negativas) es mayor que la unidad: es decir,  $(1 + \eta + \psi) < 0$ .
- c) La depreciación monetaria ( $e > 0$ ) aumentará la tasa de crecimiento de equilibrio de la balanza de pagos si la suma de las

elasticidades precio es mayor que la unidad.<sup>1</sup>

- d) La ecuación muestra la interdependencia mutua de los países porque el desempeño de crecimiento de un país (y) está vinculado a otros.

Si tomamos el supuesto de que los precios relativos, medidos en moneda nacional son constantes, es decir son cero, la última ecuación se transforma en:

$$y_B = \frac{\varepsilon(z)}{\pi} = \frac{x}{\pi} = \frac{1}{\pi} x \quad (6)$$

Esta última expresión representa la ley fundamental del crecimiento, de A. Thirlwall, que sostiene que el crecimiento de una economía en el largo plazo está restringida por el equilibrio de la cuenta corriente de la balanza de pagos (BPC). A pesar de que la ecuación seis es la forma más reducida de dicha ley, se estimará, para el caso de nuestro modelo, la ecuación cinco, ya que nos interesa ver el efecto que tiene el tipo de cambio real sobre el crecimiento económico, y analizar si las hipótesis de Thirlwall (1979) se cumplen. A continuación se hará una breve descripción de estudios hechos sobre el tema en discusión.

### ***Estudios previos sobre la discusión teórica de la Ley de Thirlwall***

Existen numerosos estudios sobre esta ley, sin embargo, la gran mayoría sólo se han abocado a demostrar su aplicación en diferentes países y regiones. Para el caso de España León-Ledesma (1999) logra demostrar que la llamada Ley de Thirlwall es válida para la economía

---

1 Thirlwall (1979). Nótese, sin embargo, que una depreciación o devaluación monetaria de una vez y para siempre no puede poner a un país en una trayectoria de crecimiento más alta consistente con el equilibrio de la balanza de pagos permanente, dado que en el periodo posterior a la devaluación  $e = 0$  y la tasa de crecimiento revertirá a su nivel previo. Evidentemente, esto se traduce rápidamente a los precios nulificando las ventajas del tipo de cambio.

española; al utilizar las variables de exportaciones reales, el consumo privado y los precios relativos, y mediante un modelo de mínimos cuadrados en dos etapas el autor concluye que la última variable no tiene significancia estadística para el modelo y, menciona también, que la tasa de crecimiento de la economía española es muy cercana a la tasa de crecimiento restringida por la balanza de pagos, no obstante, los periodos donde divergían más las tasas fueron cuando hubo presencia de inestabilidad monetaria por el alza de precios.

Por su parte, Bértola *et al.* (2002) validaron la Ley de Thirlwall para Brasil, en el periodo de 1890 a 1973. Encontraron la existencia de una relación de largo plazo entre el Producto Interno Bruto, los términos de intercambio y el ingreso mundial, como lo establece la Ley de Thirlwall, por medio de un modelo de corrección de error muestran que una parte sustancial del total de la variación del Producto Interno Bruto real es explicada en el corto plazo.

Por otro lado, en Estados Unidos hay una evidencia empírica para el periodo de 1930 a 1994 (Atesoglu, 1997), al utilizar la metodología de cointegración entre el ingreso y las exportaciones reales. Los resultados que destacan es el papel que el tipo de cambio tiene sobre la estimación, ya que durante el tiempo de estudio había un tipo de cambio fijo, hubieron menos distorsiones en los resultados, y al flexibilizar los tipos de cambio los hacedores de política económica estaban en la espera de los ajustes de esta variable para poder saldar la balanza en cuenta corriente (Atesoglu, 1997).

El tema del desempleo y su relación con la Ley de Thirlwall es analizado por Nabor (2008), donde demuestra por medio de un VAR cointegrado para los casos de Argentina, Brasil, Chile, Uruguay y México, que a pesar del aumento del comercio exterior y del PIB en las diferentes economías, éstas no alcanzan a aprovechar esta ventaja, puesto que se presenta una divergencia entre la tasa del crecimiento del PIB en equilibrio y la tasa de empleo, observándose una diferencia evidente a partir de la apertura comercial ejercida a mediados de los años ochenta.

Dentro de los trabajos más significativos está el elaborado por López y Cruz (1999), donde enfatizan el papel del tipo de cambio en el crecimiento de las economías latinoamericanas, en concreto: Argentina, Brasil, Colombia y México, debido a que las alteraciones a esta variable tiene alta influencia en el saldo de la balanza comercial y la demanda agregada. A diferencia de los trabajos aquí antes citados, no asumen la hipótesis de que el tipo de cambio es relativamente constante, al hacer de la variable parte esencial de la estimación. Mediante la utilización de un VAR cointegrado demuestran que el tipo de cambio real tiene influencia sobre el crecimiento económico.

Como hemos señalado al principio de este apartado, la mayoría de estos trabajos se enfocan en la demostración de que se cumple la Ley de Thirlwall, al ser ésta favorable en todos los casos, empero, es importante mencionar que en los momentos donde la tasa de crecimiento del producto llega a divergir con las tasas de crecimiento de las exportaciones, en algunos trabajos, se hace énfasis que esto sucede según sea el régimen de tipo de cambio que se lleva a cabo durante el periodo de estudio. Por lo que, es necesario mantener la variable tipo de cambio real como una pieza fundamental dentro del modelo, tal y como concluyen López y Cruz (1999).

### ***Hechos estilizados***

Después de haber hecho una revisión de la literatura económica sobre la aplicación de la Ley de Thirlwall, es necesario que con base en los informes anuales realizados por el Banco de México y las cifras que reporta el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, se analice el comportamiento de las variables de interés para esta investigación.

Hay que destacar que en el periodo de estudio seleccionado hay una etapa muy fuerte de desaceleración económica de los Estados Unidos, por lo tanto, se ven afectadas las diferentes variables de manera negativa, en especial las de comercio exterior y por ende el tipo de cambio.

En primer lugar, se puede observar una caída en la tasa de crecimiento del Producto Interno Bruto de México (PIB), que reporta un

aumento de 4.8% en 2006, esto se debe a una demanda externa favorable, lo cual incrementa las exportaciones mexicanas, no obstante, en los años posteriores el crecimiento del producto tiende a ser mucho menor. Lo anterior obedece a una desaceleración del comercio exterior mexicano, debido principalmente a dos razones: por un lado, la pérdida de competitividad de las exportaciones de México y, por el otro, la contracción de la actividad económica en los Estados Unidos.

La última explica en mayor parte, el comportamiento del comercio exterior mexicano, y se refleja en caída de las importaciones que dependen en su mayoría de la producción estadounidense. La demanda y oferta externa se han deteriorado por la situación económica que persiste en Estados Unidos durante el periodo de estudio. Significa que afecta sin lugar a dudas el comportamiento del tipo de cambio, al hacer que comience una etapa de depreciación. Aunque hay que destacar la volatilidad de los mercados financieros internacionales debido a la gestación de lo que después sería la crisis financiera de 2008 que terminaría por acentuar la depreciación del tipo de cambio.

En segundo lugar, en 2008 el entorno internacional se complica aún más por la quiebra de Lehman Brothers. El tipo de cambio comenzó a depreciarse al llegar a un 26% en último trimestre, por ello, Banco de México subastó 400 millones de dólares en octubre para frenar la volatilidad cambiaria que surgía. Además, el panorama del comercio exterior seguía deteriorándose, al caer el componente externo de la demanda agregada de 8.8% en el último trimestre de ese año, mientras que las importaciones de bienes de uso intermedio y de consumo se contrajeron considerablemente.

Los efectos negativos en el crecimiento económico derivado de la crisis financiera internacional, se vieron reflejados en 2009 cuando la tasa de crecimiento del PIB cayó 6.5%. Para contener la continua depreciación del tipo de cambio que venía desarrollándose a finales del año anterior, Banco de México reaccionó al poner a la venta 16 246 millones de dólares y solicitó al Fondo Monetario Internacional un aumento a la “Línea de Crédito Flexible” por un monto de 31 528 millones de Derechos Especiales de Giro, para regresar la confianza

en el mercado cambiario. Con respecto al comercio, la demanda de exportaciones mexicanas cayó de manera importante, en total 17.4%, mientras que por el lado de las importaciones decreció 31.5% los bienes de consumo final y 22.9% los bienes de uso intermedio.

Por último, para 2010 y 2011 el comercio exterior se recuperó paulatinamente. Las exportaciones crecieron de forma más dinámica que las importaciones generando un déficit en cuenta corriente menor con respecto al 2000. Empero, aunque el PIB creció 5.5% para 2010, el siguiente año el crecimiento fue sólo de 3.9%, por un menor impulso de la demanda externa. Entre tanto, el tipo de cambio se mantuvo apreciándose gran parte del 2011, a partir del mes de agosto comenzó a observarse una mayor volatilidad en los mercados financieros internacionales, que provocaron una depreciación de la moneda mexicana, mas no a los niveles mostrados en 2008. Lo ya dicho se puede ver en las figuras 1, 2 y 3.

**Figura 1. Logaritmo del Producto Interno Bruto de México de 2003.1 a 2012.1.**

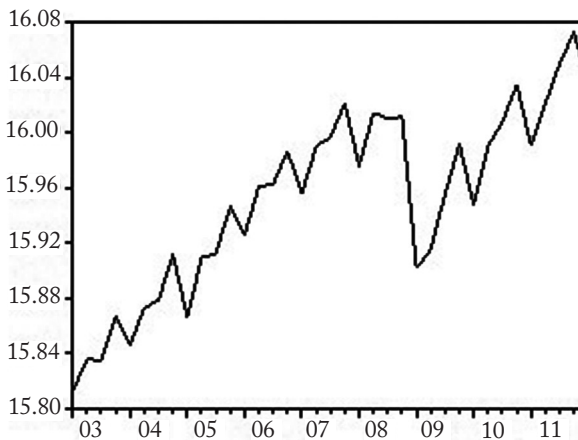


Figura 2. Logaritmos de las exportaciones (x) y tipo de cambio (e) de México de 2003.1 a 2012.1.

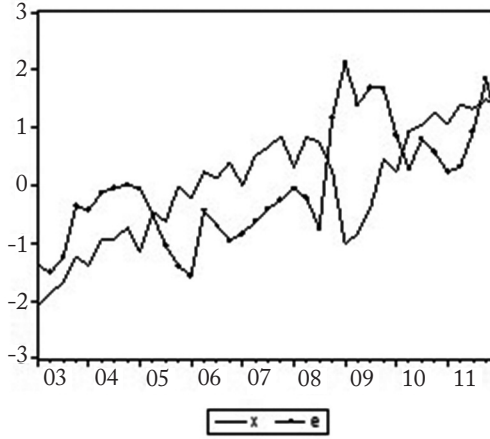
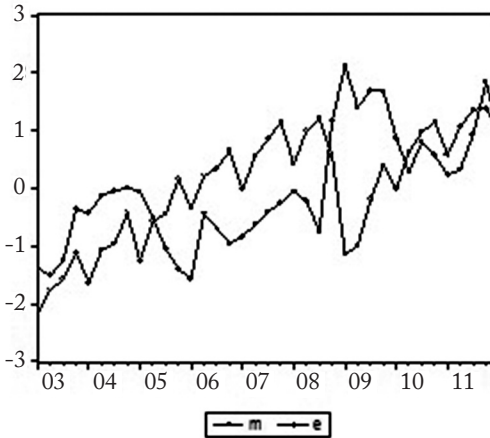


Figura 3. Logaritmos de las importaciones (m) y el tipo de cambio (e) de México de 2003.1 a 2012.1.





## *Metodología*

A continuación se estudia el comportamiento de las series que se utilizarán en el modelo planteado por Thirlwall (1979), añadiendo el tipo de cambio real como lo sugiere López y Cruz (1999). Las variables que conforman el análisis son Producto Interno Bruto ( $y$ ), exportaciones ( $x$ ), importaciones ( $m$ ) y tipo de cambio real ( $e$ ). Todas las variables se consideran en términos reales (base 2003) y logaritmos.<sup>2</sup> La periodicidad de los datos es trimestral de 2003.1 a 2012.1.

Las series que usamos muestran tendencia y quizá problemas de varianza, por ello se hicieron pruebas de raíz unitaria y se expresó que son de orden de integración I (1), este resultado nos permite buscar la cointegración y encontrar la relación en el largo plazo de las series. Esto es, se estudió un VAR simple para poder llegar al VAR cointegrado, el cual nos ayuda analizar el largo plazo. Una vez hecho el VAR cointegrado se ponen a prueba los cinco modelos de cointegración propuestos por Johansen (1998) para obtener la correcta especificación. Después creamos un VAR estructural (SVAR) y de cada uno de los instrumentos que nos ayudan hacer inferencia económica, como son los impulsos respuestas. Finalmente se restringirá a través de la metodología del SVAR tipo AB, ya que ésta nos faculta examinar el papel del tipo de cambio dentro del modelo de crecimiento restringido por la balanza de pagos propuesto por Thirlwall. La ventaja de usar este tipo de metodología es que a través de la teoría se pueden establecer restricciones que se validarán con pruebas de identificación dentro del modelo VAR estructural.

---

2 La fuente de los datos es la sección estadística en línea de Banco de México: <http://www.banxico.org.mx/>

## Resultados del modelo

En el análisis econométrico se estimó un VAR correctamente especificado con variables no estacionarias.<sup>3</sup> Se usaron datos trimestrales con logaritmos en todas las series; la especificación del VAR es constante no restringida y sin tendencia. Las pruebas de raíces unitarias, así como las de los supuestos (normalidad, no autocorrelación, homoscedasticidad) están en el anexo estadístico. El número de rezagos, que en este caso es uno, se escogió con base en que no presenta problemas de autocorrelación en los errores.

De acuerdo a la prueba de la traza (ver cuadro 1) podría haber al menos dos vectores de cointegración.

**Cuadro 1.**

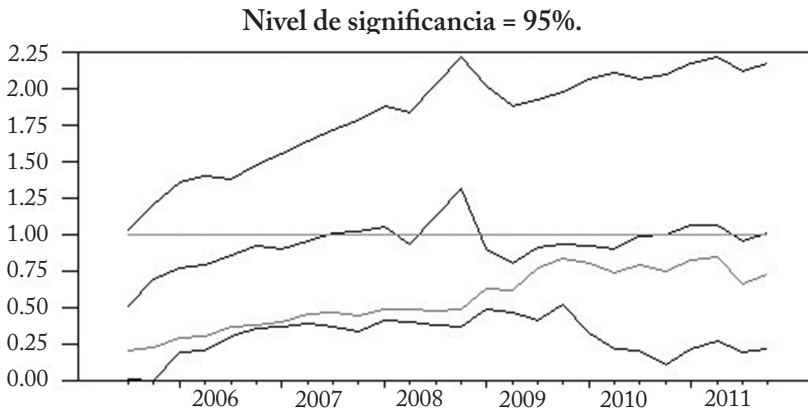
Prueba de cointegración (Prueba de la traza).

r	Const.	Trend	Statistic	p-value	95%
0	ab0	0	115.52	0.0000	54.08
1	ab0	0	35.42	0.0470	35.19
2	ab0	0	14.67	0.2500	20.12
3	ab0	0	2.08	0.7580	9.17

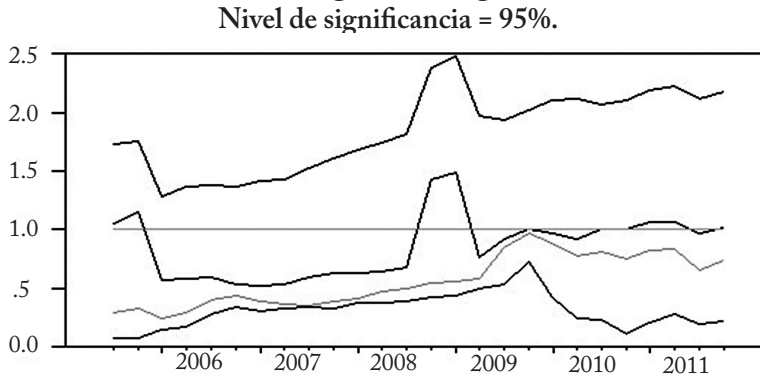
No obstante, en la figura 4 se presenta la estabilidad de los vectores de cointegración, a través de dos modelos (Modelo R y Modelo Z). Dichas pruebas arrojan que sólo existe un vector de cointegración estable a través de tiempo, al 95% de confianza.

3 El VAR (1) tiene dos variables dummies en 2008 q4 y todo el 2009.

**Figura 4. (a) Estabilidad del rango de cointegración: Modelo R.**



**(b) Estabilidad del rango de cointegración: Modelo Z.**



Al saber que existe al menos un vector de cointegración estable, se llevó a cabo la normalización de éste (ver tabla 1).

**Tabla 1. Vector de cointegración normalizado**

$$y_{t-1} = 52.234 - .65488m_{t-1} + .68479x_{t-1} - .14751e_{t-1}$$

Vector de cointegración muestra una relación positiva de las exportaciones (x) y una relación negativa de las importaciones (m) y tipo de cambio (e) con respecto al producto (y) en el largo plazo. Es decir, el incremento de una unidad porcentual de las exportaciones provocará un aumento del producto en 0.68%; por otro lado, el incremento de una unidad porcentual de las importaciones provocará un decremento del producto en 0.65%. Con dichos resultados se demuestra la Ley de Thirlwall (1979) para el caso mexicano, ya que el crecimiento del producto se ve restringido por el equilibrio de la balanza de pagos.

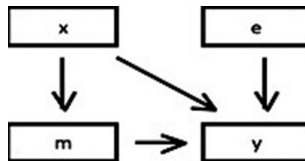
Con respecto al tipo de cambio, el incremento de una unidad porcentual de éste provocará una disminución del producto en 0.14%. Una devaluación del tipo de cambio afecta al crecimiento del producto como se puede ver en el vector de cointegración. No obstante, una devaluación compensada (López, 2008) podría suavizar los efectos negativos de la devaluación, al mejorar el crecimiento.

Una vez hecho el examen de largo plazo con el vector de cointegración, se hará el análisis de corto plazo con el SVAR tipo AB. A continuación se presentan las restricciones teóricas:

SVAR Restricciones en el corto plazo

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ a_{21} & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_{xt} \\ u_{mt} \\ u_{et} \\ u_{yt} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_{11} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & b_{22} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & b_{33} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & b_{44} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_{xt} \\ \varepsilon_{mt} \\ \varepsilon_{et} \\ \varepsilon_{yt} \end{bmatrix}$$

que permite establecer el siguiente mecanismo de transmisión, basado en la Ley de Thirlwall (1979), al añadir la variable tipo de cambio.



Finalmente se resuelve la matriz de restricciones y queda de la siguiente manera:

$$u_{xt} = b_{11}\varepsilon_{xt} \quad (7)$$

$$u_{mt} + a_{21}u_{xt} = b_{22}\varepsilon_{mt} \quad (8)$$

$$u_{st} = b_{33}\varepsilon_{st} \quad (9)$$

$$u_{yt} + a_{41}u_{xt} + a_{42}u_{mt} + a_{43}u_{st} = b_{44}\varepsilon_{yt} \quad (10)$$

Estos resultados implican que las exportaciones determinan a las importaciones y estas últimas al producto; asimismo las exportaciones tienen un efecto directo sobre el producto. Por otro lado, el tipo de cambio determina al producto de manera directa. Los resultados de la estimación son:

$$u_{xt} = 0.022\varepsilon_{xt} \quad (11)$$

$$u_{mt} - 0.686 = 0.015\varepsilon_{mt} \quad (12)$$

$$u_{st} = 0.033\varepsilon_{st} \quad (13)$$

$$u_{yt} - 0.090u_{xt} - 0.194u_{mt} - 0.105u_{st} = 0.008\varepsilon_{yt} \quad (14)$$

Prueba LR sobre – identificación: chi-cuadrada (2) = 5.3363 (0.06938)

Estos resultados no se pueden interpretar directamente, por lo que es necesario calcular las derivadas totales:

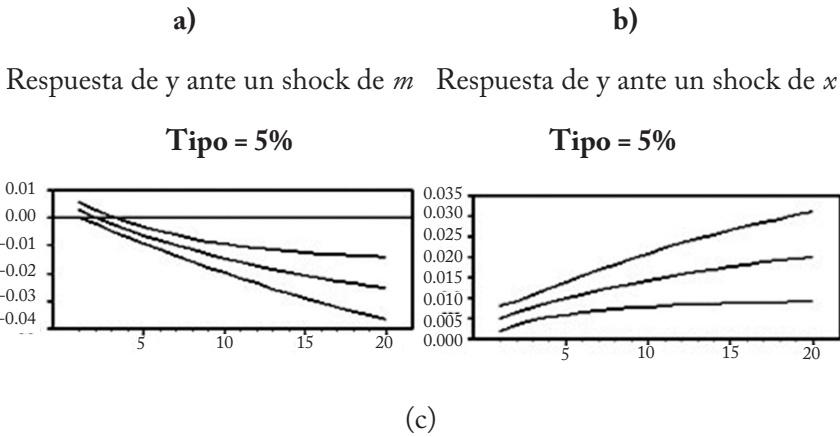
$$\frac{dy_t}{dx_t} = a_{41} = 0.090 \tag{15}$$

$$\frac{dy_t}{dm_t} = a_{21}a_{42} = (0.686)(0.194) = 0.133 \tag{16}$$

$$\frac{dy_t}{ds_t} = a_{43} = 0.105 \tag{17}$$

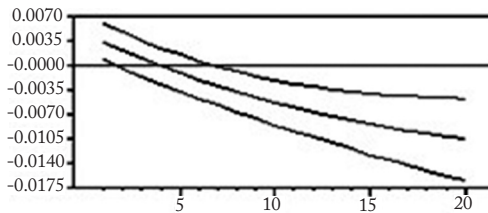
Las ecuaciones 15, 16 y 17, muestran los resultados finales de la estimación del SVAR en el corto plazo; lo primero que destaca es el efecto positivo de un incremento de las exportaciones en el producto (ecuación 17). Por otro lado, tanto las importaciones como el tipo de cambio tienen un efecto positivo en el producto en el corto plazo (ecuaciones 16 y 17). El análisis de los impulsos respuesta ayudan a entender más éstos resultados (ver figura 5)

**Figura 5. Análisis de impulsos respuesta**



## Respuesta de $y$ ante un shock de $e$

Tipo=5%



Lo que se ilustra es que la respuesta del producto ante un shock de las importaciones es positivo en el primer periodo, pero para el segundo se hace negativo, así hasta el periodo veinte. La respuesta del producto ante un shock de las exportaciones es positiva desde el primer periodo hasta el veinte. Estos resultados enseñan que en el corto plazo la Ley de Thirlwall (1979) no se cumple; sin embargo, para el segundo periodo prácticamente dicha ley empieza a tener una fuerte explicación de porqué el crecimiento está restringido por el equilibrio en cuenta corriente de la balanza de pagos. Por otro lado, la respuesta del producto ante un shock del tipo de cambio es positiva del periodo 1 al 3; a partir del cuarto la respuesta se hace negativa hasta el periodo veinte. Se puede asumir que la devaluación del tipo de cambio, no necesariamente tiene efectos negativos en el corto plazo.

### **Conclusiones**

Se probó a través de la evidencia empírica la validación del largo plazo de la llamada Ley de Thirlwall (1979) para el caso mexicano; al añadir al modelo una variable que puede tener efecto sobre la demanda, el tipo de cambio, por medio de un modelo VAR cointegrado. Los resultados obtenidos confirman los trabajos hechos previamente (León-Ledesma, 1999; Bértola *et al.*, 2002; Atesoglu, 1997; Nabor, 2008; López y Cruz, 1999, entre otros) sobre la Ley de Thirlwall (1979), la cual dice que el crecimiento en el largo plazo del producto

se ve restringido debido al desequilibrio en la cuenta corriente de la balanza de pagos.

Por otro lado, la mayoría de los estudios sólo analizan los efectos de largo plazo de la Ley de Thirlwall (1979), no obstante, para este trabajo se estudiaron los efectos en el corto plazo con la metodología del SVAR. Esto da como resultado un mecanismo de transmisión donde las exportaciones explican o determinan a las importaciones, porque estas últimas necesitan de divisas que proveen las primeras; una vez que se da este mecanismo, las importaciones explican al producto. Cabe mencionar, que las exportaciones tienen un efecto directo sobre el producto, ya que éstas son un componente exógeno de la demanda agregada. Finalmente, el tipo de cambio determina el producto directamente en el corto plazo.

Además, con ayuda de los coeficientes estimados del SVAR podemos argumentar que en el corto plazo la Ley de Thirlwall (1979) no se cumple, debido a la estructura de la economía mexicana, empero, con los impulsos respuestas se concluye que a partir del segundo y tercer periodo la Ley de Thirlwall (1979) comienza a ser válida. El papel del tipo de cambio en el corto plazo tiene un efecto positivo sobre el producto. Pero es hasta el tercer periodo que hay un efecto negativo en el crecimiento económico.

Finalmente, una razón por la que la Ley de Thirlwall (1979) no se cumple en el corto plazo, se debe a que la estructura de la economía mexicana, al estar altamente relacionada con la actividad industrial estadounidense, no posibilita que una devaluación o apreciación del tipo de cambio tenga un efecto sobre el crecimiento económico en el corto plazo. El problema principal es que el comercio exterior mexicano, en especial las importaciones de bienes de uso intermedio que utiliza la industria manufacturera mexicana para las exportaciones, tiene una alta relación con la producción norteamericana. Por lo tanto, el comercio exterior explica en gran medida el crecimiento del producto en el corto plazo que las variaciones en el tipo de cambio, como lo señala Huerta (2010) cuando menciona que la política cambiaria dejó de ser



un instrumento de política comercial e industrial a partir de la liberalización económica.

### *Referencias bibliográficas*

- Arenas, G. (2011). “Tipo de cambio, fundamentales, y las posiciones netas de los especuladores: un caso empírico para la economía brasileña.” Tesis de licenciatura, UNAM, México.
- Atesoglu, H. (1997). “Balance-of-payments-constrained growth model and its implications for the United States”, en: *Journal of Post Keynesian Economics*, vol. 19, núm. 3. Pp. 327-335. Banco de México.
- Bértola, L., Higachi, H. y Porcile, G. (2002). “Balance-of-payments-constrained growth in Brazil: A test of Thirlwall’s Law, 1890-1973”, en: *Journal of Post Keynesian Economics*, vol. 25, núm. 1. Pp. 123-140.
- Grossman, G. y E. Helpman (1991). *Innovation and growth in the global economy*. MIT Press, Cambridge.
- Huerta, A. (2010). “La liberalización económica y la estabilidad macroeconómica: modelo fracasado de desarrollo”, en: *Economía UNAM*, vol. 6, núm. 18. Pp. 89 –105.
- INEGI.
- Johansen, S. (1998). “Statical analysis of cointegration vectors”, en: *Journal of Economic Dynamics and Control*, vol. 12, núm. 213. Pp. 231–254.
- León-Ledesma, M. (1999). An application of Thirlwall’s to the Spanish Economy, en: *Journal of Post Keynesian Economics*, vol. 21, núm. 3. Pp. 433–445.
- López, J. (2008). “Una reconsideración de las perspectivas económicas de México”, en: *Economía e Sociedade*, vol. 17, núm. especial, diciembre.
- López, J., y A. Cruz (1999). “Crecimiento económico y tipo de cambio real: un análisis de cointegración para América Latina”, en: *Momento Económico*, núm. 102, marzo– abril. Pp. 23–33.

- Lucas, R. (1988). “On the mechanics of Economic Delopment”, en: *Journal of Monetary Economics*, vol. 22.
- Nabor, J. (2008). “Restricción externa al crecimiento económico, su efecto en el empleo en América Latina 1975–2005.” Tesis de maestría, Facultad de Economía, UNAM, México.
- Romer, P. (1986). “Increasing returns and lon run growth”, en: *Journal of political economy*, octubre.
- Thirlwall, A. (1979). The balance of payments contrait as an explanation of international growth rate differences, en: *Banca Nazionale del Lavoro Quarterly Review*, marzo. Pp. 45–55.
- Thirlwall, A. (2003). *La naturaleza del crecimiento económico: un marco alternativo para comprender el desempeño de las naciones*. Fondo de Cultura Económica, México.

### **Anexo**

**Cuadro 2.**

Variables	Modelos	ADF	PP	KPSS
y	Intercepto	-1.145118	-1.905486	0.714526
	Tendencia e intercepto	-3.006141	-3.389631	0.131879
	Nada	1.595211	2.185172	-
x	Intercepto	-0.776522	-1.720825	0.688217
	Tendencia e intercepto	-1.679531	-2.623571	0.103608
	Nada	1.697973	3.602011	-
m	Intercepto	-1.411943	-2.306061	0.638019
	Tendencia e intercepto	-2.032736	-2.876063	-2.876063
	Nada	1.308189	1.859443	-
e	Intercepto	-1.945703	-1.945703	0.609234
	Tendencia e intercepto	-2.61334	-2.734399	0.074728
	Nada	0.628239	0.758549	-
$\Delta y$	Intercepto	-2.805745	-15.40913	0.214338
	Tendencia e intercepto	-2.748608	-17.07777	0.150881
	Nada	-2.238923	-8.070758	-
$\Delta x$	Intercepto	-3.748694	-7.590835	0.5
	Tendencia e intercepto	-3.648226	-7.553136	0.5
	Nada	-3.22866	-6.779095	-
$\Delta m$	Intercepto	-2.412239	-11.07053	0.281932
	Tendencia e intercepto	-2.370068	-12.86305	0.248791
	Nada	-1.989664	-6.971992	-
$\Delta e$	Intercepto	-5.494936	-5.510623	-5.515752
	Tendencia e intercepto	-5.41356	-5.396919	0.06048
	Nada	-5.458444	-5.515752	-

Pruebas de Raíz Unitaria

**Cuadro 3.**  
Pruebas individuales de especificación correcta.

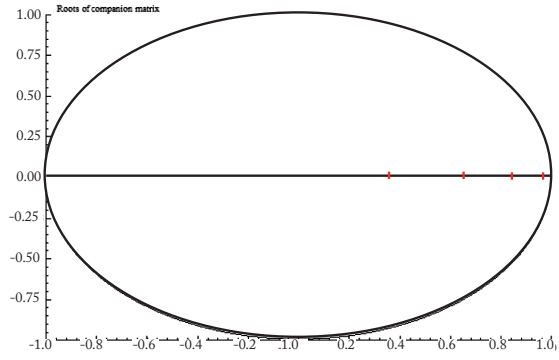
Variables	No Autocorrelación		Normalidad		Homoscedasticidad	
	F- estadístico	Probabilidad	Chi <sup>2</sup> (2)	Probabilidad	F- estadístico	Probabilidad
y	1.8904	[0.1582]	5.5859	[0.0612]	0.50683	[0.6818]
m	0.65632	[0.5869]	1.3711	[0.5038]	0.23327	[0.8722]
x	0.80487	[0.5035]	0.57206	[0.7512]	0.43608	[0.7295]
e	0.76608	[0.5242]	1.6188	[0.4451]	0.45803	[0.7145]

**Cuadro 4.**  
Prueba conjunta de correcta especificación para un VAR (1).

Supuesto	Prueba	Estadístico	Probabilidad
No Autocorrelación	F(48,48)	0.87735	[0.6739]
Normalidad	Chi <sup>2</sup> (8)	8.0865	[0.4251]
Heteroscedasticidad	F(80,65)	0.47129	[0.9993]

**Figura 6.**

Raíces de la matriz del VAR.





# *Nóesis: Producción editorial y normas editoriales para autores(as)*

El Comité Editorial de *Nóesis, Revista de Ciencias Sociales y Humanidades* de manera permanente acoge con gusto propuestas de artículos para publicar en cualquiera de sus diferentes secciones, llámese: 1) Sección temática o 2) Reseñas de libros. El proceso que se atiende previo a la integración definitiva de un número considera las siguientes normas, las cuales deben ser atendidas por cada articulista al preparar sus documentos.

1. El proceso editorial de *Nóesis* da inicio cuando cada articulista interesado(a) hace entrega de su artículo preferentemente vía correo electrónico en las direcciones *noesis@uacj.mx* y *mayrodri@uacj.mx*.
2. Los trabajos a presentar en *Nóesis* deberán ser originales e inéditos.
3. Una vez que la dirección general de *Nóesis* recibe el artículo se atiende la tarea de revisar por parte del comité editorial o alguno de sus representantes que el artículo cumpla las normas editoriales y especificaciones delineadas por este órgano editorial.
4. De advertirse el no cumplimiento de las normas editoriales y especificaciones por el artículo presentado, la dirección general de *Nóesis* pondrá al tanto de esta situación al articulista principal de modo que realice las correcciones correspondientes. En cada caso, el, la o el conjunto de articulistas resolverán si realizan o no una entrega posterior.
5. De advertirse el cumplimiento de las normas editoriales y especificaciones delineadas por *Nóesis* en cada artículo, se procederá a dar el visto bueno y se procederá a atender el proceso de arbitraje que corresponda. La dirección general avisará a cada articulista y emitirá una constancia donde especifique la recepción del artículo indicando la fecha de registro correspondiente. Nota: El hecho de emitir una constancia de recepción por artículo no significa que ese artículo será publicado. La resolución de publicación o no se realizará una vez que se disponga de los dictámenes emitidos por cada dictaminador(a).
6. Los artículos pueden ser de fondo (resultados de investigaciones o ensayos académicos) los cuales se ubican en la sección temática. En el caso de la sección dos de cada número, pueden referirse reseñas bibliográficas breves o críticas. En todos los casos, los artículos deberán referirse a alguna temática relacionada con los abordajes propios de las Ciencias Sociales y las Humanidades.
7. Los artículos pueden ser de fondo (resultados de investigaciones o ensayos académicos) los cuales se ubican en la Sección Monográfica o Sección Varia.

En el caso de la sección tres de cada número, pueden referirse reseñas bibliográficas breves o críticas, incluir los apartados de entrevistas y/o testimonios, traducciones de textos, avances de tesis, resultados abreviados de proyectos de investigación, etcétera. En todos los casos, los artículos deberán referirse a alguna temática relacionada con los abordajes propios de las Ciencias Sociales y las Humanidades; o bien, con las áreas asociadas con las Ciencias Jurídicas y/o las Ciencias Administrativas.

8. Una vez que son recibidos los artículos, debe aclararse que *Nóesis* no devuelve los originales.
9. Los artículos deberán ajustarse al dictamen del Comité Editorial. Tal dictamen será emitido y resuelto considerando las evaluaciones proporcionadas por los árbitros participantes. En general, se evaluará tanto la calidad científica de cada artículo, su originalidad, su contenido como las aportaciones. En síntesis, este cuerpo colegiado tiene la facultad de decidir sobre la pertinencia de cada publicación. En cada caso, el máximo número de autores por artículo permitido es 3.
10. Los trabajos deben ajustarse a los siguientes requisitos editoriales:
  - a) Asentar en la portada el título del trabajo (breve, conciso, en inglés y español) y la naturaleza del mismo (artículo o reseña).
  - b) Se deberá anexar la fecha de la entrega del artículo en la primera página. *Nóesis* realizará un registro de fecha en el caso de la recepción y otro donde proceda registrar la fecha de aceptación o no aceptación según corresponda.
  - c) Un resumen del contenido de una extensión no mayor de 150 palabras, escrito en inglés y español.
  - d) Palabras claves del texto en inglés y español. Se acepta un rango de 3 a 5 palabras clave por artículo.
  - e) Cada artículo debe especificar en el siguiente orden los siguientes datos por autor(a): el nombre, grado máximo de estudios y área de especialización, nacionalidad, adscripción (institución, departamento y/o coordinación) y correo(s) electrónico(s) de contacto.
  - f) Presentar el original en versión electrónica. De preferencia, procede enviar sus archivos por correo electrónico en archivo de versión WORD, con cuerpo justificado, en letra Times New Roman 12 puntos, a doble espa



cio, numerando cada página desde la portada. El correo de contacto para esta entrega es noesis@uacj.mx.

- g) La extensión de los artículos para la sección monográfica o varia debe ser entre 15 y 30 cuartillas, considerando páginas de 26 líneas. En el caso de la sección de reseñas la extensión no debe ser mayor a 5 cuartillas.
- h) Los cuadros, esquemas y el trazado de gráficas deberán estar elaborados en Excel para Windows, indicando el nombre de cada uno de ellos (entregarlo todo en un archivo y usar las pestañas para identificar un cuadro, esquema o gráfica). Asimismo, las ilustraciones, cuadros y fotografías deben referirse dentro del texto y enumerarse en el orden que se cita en el mismo. Estos deben explicarse por sí solos, sin tener que recurrir al texto para su comprensión; indicar las unidades y contener todas las notas al pie y las fuentes completas correspondientes.
- i) Las referencias bibliográficas deben asentarse de la forma convencional, es decir, indicando éstas el cuerpo del texto de la siguiente manera: Apellido del autor, fecha: número de páginas (Foucault, 1984:30-45). La bibliografía completa se presenta sin numeración al final del artículo, organizada en orden alfabético.
- j) Al citar los títulos de libro, se deben utilizar mayúsculas solo al inicio y en nombres propios, para los títulos en el idioma inglés, se respetará la ortografía original.
- k) Al menos la primera vez se debe proporcionar la equivalencia completa de las siglas empleadas en el texto, en la bibliografía y en los cuadros y las gráficas.
- l) En caso de que el artículo sea aceptado, el autor(a) o autores(as) debe(n) enviar al Comité Editorial una carta debidamente firmada donde declare que el escrito presentado es inédito y que se ceden los derechos de autor.
- m) Se recomienda distribuir los datos de las referencias bibliográficas de la siguiente manera:

Un autor de libro:

Carbajal, Nancy. 1987. *Niños en peligro ambiental*. Ciudad Juárez: El Colegio de la Frontera Norte.

Dos autores de libro:

Brooks, Dani y Alejandra Castellanos. 2002. *The Nature of firm: An historical perspective*. Chicago: University of Chicago Press.

Capítulo de libro:

Sánchez, Lidia. 1999. Las cinco definiciones de capitalismo. En *Geografía económica*, compilado por Rosa García, Roberta Capello y Jorge Valtencir, pp. 25-37. Ciudad de México: El Colegio de México.

Artículo de revista:

Cabrera, Socorro. 2005. Demografía económica en transición. *Nóesis* 17 (42): 110-144.

Artículo de periódico:

*El Universal*. 2013. El precio de las gasolineras en México. Asunto de interés nacional. 10 de marzo.

Tesis:

Chávez, Erika. 2010. Economías de aglomeración y congestión urbana en México. Tesis de maestría en economía, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

Ponencias:

Rodríguez, Alfonso. 2011. Las diferencias de idioma entre grupos étnicos en Oaxaca. Ponencia presentada en el XII Congreso de la Asociación Latinoamericana de Sociología, Santiago de Chile.

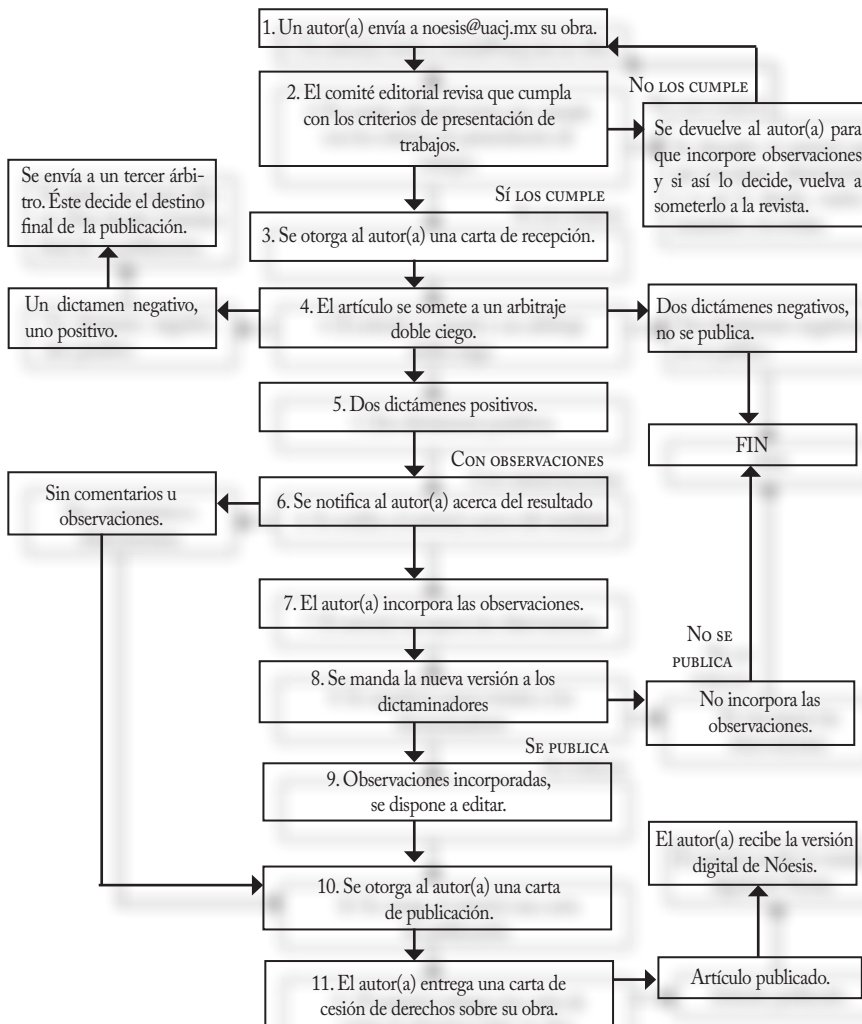
Material obtenido de Internet:

Banco de México. 2012. Sistema de indicadores financieros. <http://www.banxico.org.mx/>. (12 de mayo de 2012).

Cuadernos de trabajo:

Fuji, Gerardo. 2013. Impulso del mercado interno en México como determinante del desarrollo. *Cuadernos de trabajo de la UNAM*, núm. 34, pp. 1-30.

## Diagrama de flujo en Nóesis





# *Authors' Guidelines*

The Editorial Board of *Noesis, Revista de Ciencias Sociales y Humanidades* permanently welcomes proposals for articles for publication in any of its different sections, call 1) thematic section or 2) Book Reviews. The process serves before the final integration of a number considered the following rules, which must be met by each writer to prepare your documents.

1. *Noesis* editorial process begins when each writer interested for delivery your item preferably via e-mail at *noesis@uacj.mx* and *mayrodri@uacj.mx*.
2. The works to be presented in *Noesis* must be original and unpublished.
3. Once the general direction of *Noesis* receives the article addresses the task of review by the editorial board or its representatives to verify that the article meets the editorial standards and specifications outlined by this organ editorial.
4. Be noted that the printed article submitted does not meet with the standards and specifications, the editors of the magazine notify the author or set of authors for corrections to be made in each case. And if it is your desire to solve it on a later delivery.
5. In compliance of the editorial standards and specifications outlined by *Noesis* on each paper, the editor will proceed to give approval and shall meet the appropriate arbitration process. The editor in chief notify each writer by sending a certificate, which specify the receipt of the paper, indicating the relevant record date. Note: Issue an article record receipt, does not mean that the article will be published. The final resolution of a future publication of the article will depend of the opinion of each referee.
6. Papers may be substantive (research results, academic papers) which are located in the special issue. In the case of section two, may relate short book reviews. In all cases, the articles will cover one topic related to the approaches themselves of the Social Sciences and Humanities.
7. Papers may be submitted in English or Spanish. If sending a Spanish translation, I attach also the text in the original language. For a text to be presented in another language, the editorial board will issue a ruling on the matter.
8. Once items are received, it should be clarified that *Noesis* not return the originals.
9. Articles should conform to the opinion of the Editorial Committee. This opinion will be issued and resolved considering the assessments provided by the participating referees. In general, we will evaluate the scientific quality of each item, its originality, its content and contributions. In short, this collegial body has the power to decide on the relevance of each publication. In each

case, the maximum number of authors per article allowed is 3.

10. Entries must meet the following requirements editorial:

- a) Note on the cover the title (short, concise, English and Spanish) and its nature (article or review).
- b) There should append the date of delivery of the paper on the first page. Noesis do a record date for the reception and another where appropriate to record the date of acceptance or rejection as appropriate.
- c) A summary of the contents of an extension of no more than 150 words, written in English and Spanish.
- d) Key words of the text in English and Spanish. It accepts a range of 3-5 keywords per article.
- e) Each article should specify in the following order the author's data: the name, highest educational degree and area of specialization, nationality, affiliation (institution, department and / or coordination) and email of contact.
- f) Original filed electronically. Preferably, it should send your files via email in WORD file version, with body justified, in Times New Roman 12 point, double-spaced, numbering each from the cover page. The contact email for this release is noesis@uacj.mx.
- g) The length of articles is between 15 and 30 pages. For the book review section extension should not exceed 5 pages.
- h) The tables, diagrams and graphs plotting must be developed in Excel for Windows, indicating the name of each of them (give everything in a file and use the tabs to identify a table, chart or graph). Also, the illustrations, tables and photographs must be within the text and listed in the order cited therein. These should be self-explanatory, without recourse to the text to understand it, to indicate the units and contain all footnotes and sources corresponding complete.
- i) References should settle in the conventional way, i.e they indicate the body text as follows: Name of author, date: page number (Foucault, 1984:30-

45). The complete bibliography is presented without numbering the end of the article, organized alphabetically.

- j) Citing book titles, capitalize only be used at the beginning and names to the titles in English, will be honored original spelling.
- k) At least the first time must provide the complete name of the abbreviations used in the text, in literature and in tables and graphs.
- l) In the event that an item is accepted, the author (s) or author (s) (s) must send a letter to the Editorial Board duly signed declaration that the paper is original and that yield copyright.
- m) Is recommended to distribute the data of references as follows:

An author of book:

Carbajal, Nancy. 1987. *Niños en peligro ambiental*. Ciudad Juárez: El Colegio de la Frontera Norte.

Two authors of book:

Brooks, Dani y Alejandra Magallanes. 2002. *The Nature of firm: An historical perspective*. Chicago: University of Chicago Press.

Book chapter:

Sánchez, Lidia. 1999. Las cinco definiciones de capitalismo. En *Geografía económica*, compilado por Rosa García, Roberta Capello y Jorge Valtencir, pp. 25-37. Ciudad de México: El Colegio de México.

Journal article:

Cabrera, Socorro. 2005. Demografía económica en transición. *Nóesis* 17 (42): 110-144.

Newspaper article:

*El Universal*. 2013. El precio de las gasolinas en México. Asunto de interés nacional. 10 de marzo.

Thesis:

Chávez, Erika. 2010. Economías de aglomeración y congestión urbana en México. Tesis de maestría en economía, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

Presentations:

Rodríguez, Alfonso. 2011. Las diferencias de idioma entre grupos étnicos en Oaxaca. Ponencia presentada en el XII Congreso de la Asociación Latinoamericana de Sociología, Santiago de Chile.

Web material:

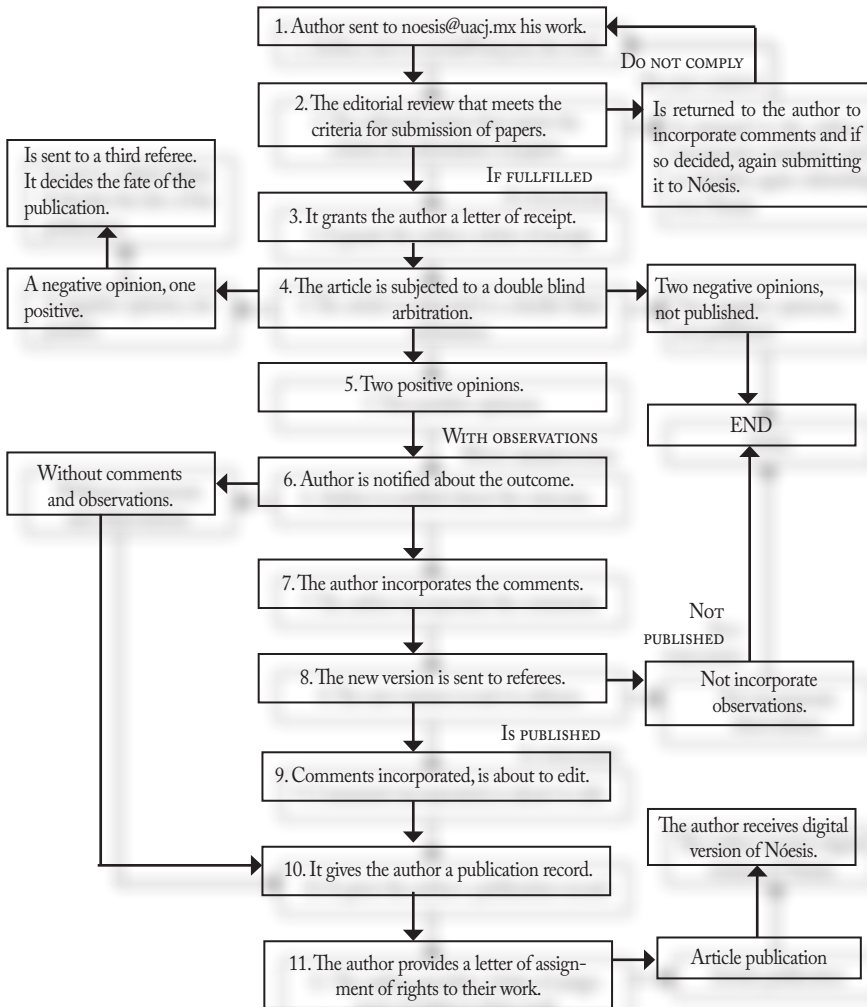
Banco de México. 2012. Sistema de indicadores financieros. <http://www.banxico.org.mx/>. (12 de mayo de 2012).

Working papers:

Fuji, Gerardo. 2013. Impulso del mercado interno en México como determinante del desarrollo. *UNAM Working papers*, núm. 34, pp. 1-30.



## *Procedures flowchart in Nóesis*



*Nóesis. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*  
se encuentra en los siguientes índices:



Electronic  
Journals Library

