

## Análisis de la guerra comercial Estados Unidos–China. Un modelo difuso

Jesús Enrique Macías Durán  
Universidad La Salle México

Cesaire Chiatchoua  
Universidad La Salle México

Carmen Lozano  
Universidad La Salle México

### Artículo de investigación

**Recibido:** 4 de octubre de 2019

**Aceptado:** 29 de enero de 2019

**Disponible en línea:** 31 de enero de 2020

### Resumen

La guerra comercial entre China y Estados Unidos (EE. UU.) se remonta a la guerra del opio de la década de 1850. Esta situación ha empeorado con la entrada de China en la Organización Mundial del Comercio (OMC) en 2001, junto con los cambios políticos que han surgido en los EE. UU. durante la última década. Este trabajo presenta un modelo determinista sobre la guerra comercial entre estos dos poderes económicos. Este modelo combina la lógica difusa con el modelo clásico de Richardson. El uso de la lógica difusa permite abordar la guerra comercial entre China y los Estados Unidos de manera cualitativa, lo que a su vez proporcionará escenarios del conflicto entre estas dos potencias económicas. Los resultados muestran que el volumen comercial entre China y EE. UU. caerá drásticamente a finales del 2020, lo que coincide con las observaciones dada la cantidad de ataques y represalias entre los dos países.

**Palabras claves:** Guerra comercial, Modelo de Richardson, Lógica difusa, Aranceles, Hegemonía.

## Analysis of China–United States trade war: A fuzzy– Richardson model

### Abstract

The trade war between China and the United States of America (USA) can be traced back to the opium wars from the 1850s. This situation has worsened with the entry of China into the World Trade Organization (WTO) in 2001, along with the political changes that have arisen in the United States during the last decade. This work presents a deterministic model about the trade war between these two economic powers. This model combines fuzzy logic with the classical Richardson model. Using fuzzy logic allows us to approach the trade war between China and the USA in a qualitative manner, which will in turn provide scenarios of the conflict between these two economic powers. The results show that exports from China to the USA and vice versa will drastically drop by the end of 2020 which goes according to what has been observed given the amount of attacks and retaliations between the two countries.

**Key words:** Trade war, Richardson model, Fuzzy logic, Tariffs, Hegemony.

# 1 Introducción

Desde la primera década del siglo XXI, China y los Estados Unidos (EE. UU.) se han convertido en las dos economías más grandes del mundo en términos de comercio internacional e inversión extranjera directa (IED). Efectivamente, China se convirtió en el principal proveedor de importaciones de EE. UU. desplazando a México, quien alcanzó el segundo lugar en exportaciones a los EE. UU. entre el 2000 y 2002 según Gómez y González (2017). Indiscutiblemente, la relación entre el gigante asiático y el país anglosajón tendrá un gran impacto no solo en sus economías sino también en la economía global.

Las exportaciones de China hacia los países del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) comenzaron a mostrar una tendencia ascendente y, en pocos años, China se convirtió en el primer socio de EE. UU. y en el segundo de Canadá y México. En el año 2011, las importaciones procedentes de China significaron el 18.4% del total de las importaciones estadounidenses, seguidas por las de la Unión Europea (con el 16.6%), Canadá (con el 14.4%) y México, que aportó el 11.7% del total de las importaciones de EE. UU. (WTO, 2011, tomado de Delia y Pino; 2014).

El déficit comercial entre EE. UU. y China se incrementó en 419 000 millones de dólares (Censo de EE. UU., 2018). Esto llevó a que, en 2018, surgiera un conflicto comercial entre China y EE. UU. Para el Fondo Monetario Internacional (FMI, 2019), EE. UU. ha incrementado aún más los aranceles sobre ciertas importaciones provenientes de China, la cual ha respondido elevando los aranceles de un subconjunto de importaciones de EE. UU. Este tipo de intercambios “ojo por ojo” en los aranceles son típicamente caracterizados como una “guerra comercial”, término que se adoptará a lo largo de este documento.

La guerra comercial entre China y EE. UU. se agudizó, especialmente con la llegada al gobierno del presidente electo Donald Trump. Recientemente, ambos países han intercambiado amenazas y aplicado aranceles tanto a productos exportados como importados, tales como el acero, la soja y tecnología. Lo anterior ha provocado la caída de los principales mercados bursátiles, por ejemplo, Dow Jones 6%, Hang Seng 13% y el compuesto de Shanghái 25% (BBC Mundo, 2019). Para Rosales (2019), las diferencias entre EE. UU. y China trascienden de lejos el tema comercial y económico y ambas potencias se han insertado en una disputa por la hegemonía comercial mundial.

Por otra parte, desde décadas atrás se ha abordado el comercio internacional desde la idea de que un país puede mejorar su bienestar mediante la imposición de un arancel a las importaciones. No obstante, no existe certeza sobre lo que sucede si los otros países toman represalias imponiendo a su vez nuevos aranceles. Aun así, es importante analizar si la ventaja que obtiene un país sobre otro al modificar los términos de intercambio y a través de la imposición de aranceles podría compensar las desventajas que pudieran surgir debido a un menor intercambio de volumen de comercio entre ambos países (Kaldor, 1940).

Existen diversos modelos matemáticos que han abordado el conflicto entre agentes en interacción. Es probablemente Johnson (1953) quien comienza el análisis económico moderno del conflicto comercial desde la teoría de juegos. En este contexto, un conflicto comercial se modela como un juego no cooperativo de dos personas en el que los países eligen sus aranceles óptimos sabiendo que estarían sujetos a represalias (Bekkers y Teh, 2019). Existe extensa literatura con relación a la teoría de juegos

y su aplicación a los conflictos entre personas, empresas, naciones, etc. Sin embargo, la teoría de juegos presenta limitaciones, por ejemplo, la falta de datos cuantitativos, así como el contraste entre los modelos con la realidad, ya que los agentes en negociación no son racionales como se considera en los mismos.

En cuanto a modelos basados en ecuaciones diferenciales, Ishida (2015), a partir de un análisis de las condiciones iniciales del modelo de Richardson usando teoría de juegos, intenta determinar la forma en la que los líderes de naciones escogen sus políticas, basándose en la reacción pública a éstas. Algunas restricciones que pueden notarse son las condiciones límite y/o funciones de utilidad y que la simplicidad del modelo pudiera no reflejar realmente las decisiones o acciones involuntarias que se toman.

En general, siempre pueden detectarse restricciones en los modelos matemáticos que se proponen. A decir, el enfoque reduccionista en las variables para simplificar la realidad, la complejidad del tamaño de datos o la falta de los mismos. Esto ya que, en muchos casos, estudiar la dinámica completa de los modelos de conflicto entre dos agentes consiste en estimar todos los coeficientes presentes en dicho modelo. Por ejemplo, Fox, Giordano y Weir (1997) utilizaron regresión lineal para estimar los parámetros de su modelo. Esto obliga a tener acceso a una gran cantidad de datos, y, además, hacer diversas suposiciones adicionales para hacer ajustes estadísticos. Para los casos en los que no es posible tener datos o plantear estos tipos de hipótesis se pueden realizar análisis cualitativos y exploratorios que podrían permitir sondear el comportamiento de las variables del modelo propuesto.

La lógica difusa es una herramienta que permite abordar problemas de manera exploratoria y construir datos a partir de información cualitativa que se caracteriza por ser vaga o ambigua, lo que resulta en una herramienta interesante para explorar problemas en donde interviene la subjetividad y la toma de decisiones de las personas.

El objetivo de esta investigación es proponer un modelo determinista del conflicto comercial entre EE. UU. y China en el que los parámetros son calculados con lógica difusa a fin de presentar posibles escenarios del conflicto entre dos potencias comerciales. Dicho modelo resulta ser una variante del modelo de Richardson sobre guerra armamentista.

Este trabajo está dividido de la siguiente forma. En la primera sección se desarrolla el modelo determinista basado en ecuaciones diferenciales ordinarias para el estudio del conflicto comercial entre China y EE. UU., este modelo coincide con el Modelo de Richardson (1960). Posteriormente se hace una breve introducción a la lógica difusa, la cual permitirá construir los coeficientes del modelo propuesto. Después se presenta la construcción de los coeficientes del modelo difuso aplicado a la guerra comercial de China y EE. UU. basado en información cualitativa a través de lógica difusa. A continuación, se proporciona la solución del sistema de ecuaciones diferenciales y se realiza una validación del modelo. Por último, se presentan las reflexiones finales sobre los alcances, discusión, limitaciones y aportaciones de esta investigación.

## 2 Materiales y métodos

### Modelo de guerra comercial

Alrededor del mundo existe la creencia de que el libre comercio internacional es beneficioso para todos. Sin embargo, hechos recientes han mostrado que pueden existir conflictos e incluso guerras comerciales entre naciones, especialmente tratándose de economías tan grandes como China y EE. UU. Como se mencionó anteriormente, guerra comercial se refiere al tipo de intercambios “ojo por ojo” en los aranceles entre dos naciones.

Los países con economías planificadas están cada vez más atentos al comercio exterior, es así como muchos estudios abordan el volumen óptimo de comercio exterior (Nagy and Stahl, 1967). El comercio entre dos naciones se puede caracterizar por el cambio en el volumen de las actividades de exportación consideradas. En principio, un alto intercambio comercial es señal de una buena relación. La confianza entre ambos países es uno de los principales factores que afectan el intercambio comercial. Como lo comentan López, Santos y Trespalacios (2008) el compromiso del distribuidor (entendido como país emisor) es un antecedente directo y positivo de la creación de valor en una relación, la cual pudiera ser comercial. No obstante, existen regulaciones tanto internas (políticas, formas de gobierno, capacidad de producción, tecnología, etc.) como externas (organizaciones y tratados internacionales) que impactan en el aumento o disminución del volumen de exportaciones netas entre los países involucrados. En la actualidad el proteccionismo comercial ha venido en aumento, de tal forma que las barreras no arancelarias superan significativamente a las barreras arancelarias impidiendo el desarrollo del comercio internacional además de afectar la dinámica del sistema multilateral de comercio (Baena, 2018).

Para el modelo de guerra comercial, se considerarán dos países  $A, B$  que coexisten en un mercado internacional en el que cada país aumenta su propio volumen de exportaciones  $x$ , tomando en cuenta las exportaciones del otro país, y reduciéndolo a partir de sus propias exportaciones tomando en cuenta las limitaciones legislativas impuestas. El modelo más simple es cuando se considera que el aumento en las exportaciones es proporcional al volumen de un oponente  $y$ , y lo reduce proporcionalmente a su propio volumen. Estos tres términos impulsan el aumento o la disminución del volumen de exportaciones, lo que genera el siguiente modelo de ecuaciones diferenciales lineales:

$$\begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= ky - \alpha x + g \\ \frac{dy}{dt} &= lx - \beta y + h. \end{aligned} \tag{1}$$

A lo largo del modelo se supondrá que las variables son deterministas, diferenciables y con un comportamiento adecuado basados en que los acontecimientos a gran escala tienden a actuar de esta forma (Raport, 1957). Dicho lo anterior, en este trabajo se utilizará el modelo dado en la Ecuación (1) para determinar el volumen de comercio entre China y EE. UU. y se propone el uso de la lógica difusa para estimar los valores de  $k, l, \alpha, \beta$ . Tales valores estarán determinados por su pertenencia

a conjuntos difusos, por lo que únicamente tomarán valores entre 0 y 1. Para estimar la pertenencia a conjuntos difusos se utilizará una evaluación cualitativa con etiquetas lingüísticas por lo que los coeficientes del modelo propuesto son números difusos y no números en sentido clásico. Finalmente, para estimar el resultado se proporcionará un número real en sentido clásico, por lo que se aplicará un método de defuzzificación.

Para este caso,  $x(t)$  y  $y(t)$  representan el volumen de exportaciones de China a EE. UU. y de EE. UU. a China, respectivamente, al tiempo  $t$ . El significado de los coeficientes en este modelo es el siguiente:

- a) Los coeficientes  $k, l$  representan la desconfianza nacida a partir de las imposiciones arancelarias entre ambas potencias, donde  $k$  representa la desconfianza de China generada por las acciones de EE. UU. y  $l$  representa la desconfianza de EE. UU. generada por las acciones de China. Así, dada una cantidad fija de volumen de exportación del otro país, el aumento del volumen de exportación del propio país aumentará al incrementarse la confianza, y disminuirá en caso contrario.
- b) Los coeficientes  $\alpha, \beta$  son las restricciones legislativas (nacionales o internacionales) de China y EE. UU., respectivamente. Tales restricciones se miden al considerar cuánto se apegan los gobiernos de los países a ellas, tomando en cuenta que, en algunos casos el cumplimiento de estas restricciones tenderá a disminuir la cantidad del volumen de exportaciones y en otros casos tenderá a aumentarlo.
- c) Los términos  $g, h$  representan aquellos factores externos a la imposición de aranceles y las restricciones legislativas, los cuales están relacionados con las exportaciones entre ambos países. Para este modelo se partirá del supuesto que son términos constantes y serán modelados a partir de la serie de tiempo que se tiene sobre el volumen de exportación entre ambos países.

El modelo en la Ecuación (1) tiene la forma del Modelo de Richardson (1960), en el cual se propone un sistema de ecuaciones diferenciales para representar de forma simplificada la razón de crecimiento de producción de armas entre dos naciones. Este modelo tiene una orientación determinista de los eventos a gran escala (Rapoport, 1957) y tiene como base dos naciones que están dispuestas a defenderse ante las amenazas de la otra. En principio ambas naciones buscan la paz, sin embargo, ambos países se preparan y se muestran reactivos ante la posibilidad real de un ataque (exposición de apertura de Richardson (1960)).

Es importante mencionar que, aunque el modelo que se presenta para guerra comercial tiene las mismas ecuaciones que el modelo de guerra armamentista, las variables se comportan de forma inversa, es decir, en este modelo un aumento en las exportaciones significa una mejor relación comercial entre ambos países, mientras que, en el caso del modelo armamentista, un aumento en las variables se traduce en mayor tensión bélica. Por lo tanto, mayor confianza se reflejará en la razón de incremento del intercambio comercial.

El modelo de Richardson se ha aplicado en otros problemas, por ejemplo, a la industria de la telefonía móvil en Grecia (Chalikias y Skordoulis, 2014). Los autores mostraron que los mercados modernos donde las empresas compiten entre sí pueden verse como una guerra en el campo de batalla, solo si

una de las empresas logra convencer a los consumidores de que compren sus propios productos y salgan victoriosos.

## Lógica difusa

La teoría de conjuntos y la lógica difusa han sido desarrolladas con gran éxito en el campo de la ingeniería y las matemáticas. Sin embargo, en años recientes es en las ciencias sociales donde estos conceptos han tenido gran aceptación ya que proporcionan una respuesta a aquellos problemas del mundo real que no pueden ser modelados con matemática clásica.

La lógica difusa surge como una herramienta sumamente útil para modelar situaciones en las que existe imprecisión, vaguedad, ambigüedad, etc., y permite tomar decisiones en situaciones complejas. La teoría de conjuntos y la lógica difusa, al igual que otras herramientas computacionales, han sido utilizados frecuentemente en problemas de optimización asociados a procesos de toma de decisiones (O'Hagan, Zadeh y Bellman, 1996). Los conjuntos difusos son generalizaciones de los conjuntos clásicos que permiten que un elemento pertenezca a dos conjuntos mutuamente excluyentes. Además, un elemento puede pertenecer a diversos conjuntos y, en consecuencia, la lógica proposicional tiene grados de verdad entre falso y verdadero. Esto es, para cada conjunto existe un grado de verdad de que un objeto pertenezca a un cierto conjunto difuso.

A continuación, se define conjunto difuso. Considere un conjunto  $X$  el cual será llamado conjunto universal. Un conjunto difuso  $A$  en  $X$  está definido por una función  $\mu_A : X \rightarrow [0, 1]$  llamada función de pertenencia. La función de pertenencia  $\mu_A$  indica el grado en que un elemento  $x$  en  $X$  pertenece al conjunto difuso  $A$ , i.e.,  $\mu_A(x) = r$  significa que  $x$  pertenece a  $A$  en un grado  $r$ . Si  $\mu_A(x) = 0$ , el elemento  $x$  no pertenece al conjunto difuso  $A$  y si  $\mu_A(x) = 1$ , el elemento pertenece totalmente al conjunto difuso  $A$  (Saad et al., 2014). Un conjunto difuso se representa como la gráfica de la función  $\mu_A(x)$ , es decir,

$$A = \{(x, \mu_A(x)) : x \in X\}. \quad (2)$$

En el caso cuando el conjunto universal es finito, i.e.,  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ , se tiene:

$$A = \{(x_1, \mu_A(x_1)), (x_2, \mu_A(x_2)), (x_3, \mu_A(x_3)), \dots, (x_n, \mu_A(x_n))\}. \quad (3)$$

La función de pertenencia describe la opinión del experto. La elección de la función de pertenencia depende del contexto, la aplicación, el usuario, etc. No obstante, para facilitar los cálculos se suelen elegir funciones sencillas, tales como las funciones triangulares (Figura 1) y las funciones trapezoidales.

Un caso especial de los conjuntos difusos son los llamados números difusos. Un conjunto difuso  $A$  se llama número difuso si es convexo y existe exactamente un punto  $m \in X$  con  $\mu_A(m) = 1$ . Aquí, un conjunto difuso  $A$  se dice que es convexo si cumple la propiedad:

$$\mu_A(\lambda x_1 + (1-\lambda)x_2) \geq \min\{\mu_A(x_1), \mu_A(x_2)\} \quad \text{para todo } x_1, x_2 \in X \text{ y } \lambda \in [0, 1].$$

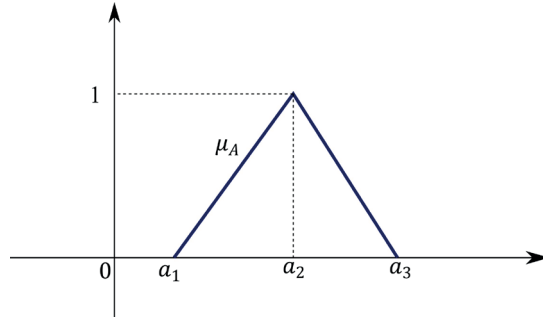


Figura 1. Gráfica de función de pertenencia triangular.

Un número triangular difuso está determinado por tres parámetros definidos en una terna  $(a_1, a_2, a_3)$ , con la propiedad  $a_1 < a_2 < a_3$  y  $x = a_2$  como el pico del triángulo. La correspondiente función de pertenencia está dada por

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x < a_1, \\ \frac{x - a_1}{a_2 - a_1}, & a_1 \leq x \leq a_2, \\ \frac{a_3 - x}{a_3 - a_2}, & a_2 \leq x \leq a_3, \\ 0, & x > a_3 \end{cases}$$

Si se considera que la base del triángulo está sobre el eje  $x$ , los parámetros  $a_1, a_3$  se localizan en los vértices de la base del triángulo, mientras que el parámetro  $a_2$  se localiza en el punto de la base desde donde se traza la altura del triángulo. La gráfica de la función de pertenencia para un número triangular difuso aparece en la Figura 1.

Cuando el valor de  $\mu_A(x)$  ha sido dado por uno o varios expertos, se puede generalizar la noción de conjunto difuso tomando una función de pertenencia intervalo-valuada. Sea  $\mathbf{L}([0,1])$  el conjunto de todos los subintervalos cerrados en  $[0,1]$ . Un conjunto  $\phi$ -difuso o conjunto difuso intervalo-valuado  $A^\phi$  es un conjunto de la forma

$$A^\phi = \{x, \mu^\phi(x) : x \in X\},$$

donde la función de pertenencia  $\mu^\phi : X \rightarrow \mathbf{L}([0,1])$  es de la forma  $\mu^\phi(x) = \left[ a_x^1, a_x^2 \right]$ . Observe que un número triangular difuso  $(a_1, a_2, a_3)$  puede escribirse como el conjunto difuso intervalo-valuado:

$$A^\phi = \left\{ \left( x, \left[ \mu_A(x), v_A(x) \right] \right) : x \in X \right\},$$

donde las funciones  $\mu_A, v_A : X \rightarrow [0,1]$  están dadas de la siguiente forma:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x < a_1, \\ \frac{x - a_1}{a_2 - a_1}, & a_1 \leq x \leq a_2 \\ 0, & x > a_3. \end{cases} \quad v_A(x) = \begin{cases} \frac{a_3 - x}{a_3 - a_2}, & a_2 \leq x \leq a_3, \\ 0, & x > a_3. \end{cases}$$

Las operaciones aritméticas con números difusos se establecen de la siguiente forma. Sean  $A = (a_1, a_2, a_3)$  y  $B = (b_1, b_2, b_3)$  dos números triangulares difusos. La suma está dada por:

$$A(+)B = (a_1, a_2, a_3)(+)(b_1, b_2, b_3) = (a_1 + b_1, a_2 + b_2, a_3 + b_3).$$

Si  $k$  es un número real, entonces  $k(\cdot)A = (ka_1, ka_2, ka_3)$ . Estas operaciones dan como resultado números triangulares difusos. El promedio de dos números triangulares difusos se calcula siguiendo la fórmula:

$$med(A, B) = \frac{1}{2}(\cdot)[A(+)B]. \quad (4)$$

El número triangular difuso obtenido del promedio,

$$med(A, B) = (m_1, m_2, m_3)$$

puede ser expresado como un número en sentido clásico. Esta operación se llama defuzzificación. Para ello se selecciona el valor  $m$  en el intervalo  $[m_1, m_2]$  de  $med(A, B)$ , puesto que  $m$  es el grado más alto de la función de pertenencia de  $med(A, B)$  (Bojadziev and Bojadziev, 2007, p.69).

## Variabes lingüísticas

La teoría de conjuntos difusos se construye bajo el entendido de que el pensamiento humano se constituye sobre elementos que son etiquetas lingüísticas y no precisamente números. La vida humana, las relaciones sociales y los fenómenos relacionados tienen una naturaleza cualitativa y no numérica (Qasemi, 2013).

Las variables lingüísticas son fundamentales cuando se quiere presentar conocimiento en un razonamiento aproximando. Según Zadeh (1965), una variable lingüística es una variable cuyos valores son palabras o sentencias en un lenguaje artificial. Una variable lingüística es una 4-tupla  $(T, \Omega, G, M)$ , donde

1.  $T$  es el nombre de la variable
2.  $\Omega$  es el conjunto universal del discurso
3.  $G$  un conjunto de término que representan los valores de
4.  $M$  es una transformación de  $T$  a los subconjuntos difusos de  $X$ .

Las variables lingüísticas permitirán asociar conceptos cualitativos con conjuntos difusos. Por ejemplo, la desconfianza que existe entre ambos países en conflicto será el nombre de la variable  $T$ . Los posibles valores que toma la variable desconfianza están dados por el conjunto  $G = \{\text{Confianza plena, Poca confianza, Estable, Mucha desconfianza, Desconfianza plena}\}$ . Se permitirá que los valores numéricos, asignados a cada etiqueta lingüística, pertenezcan al intervalo  $[0, 100]$ . Así que el universo del discurso es, en este caso,  $\Omega = [0, 100]$ . La transformación  $M$  de  $T$  a los subconjuntos difusos está definida por la función de pertenencia.

Las variables lingüísticas son un intermediario entre el concepto y el número, lo que permita combinar lo cualitativo y cuantitativo en variables (difusas). A su vez las variables lingüísticas, en lugar de recibir un valor específico, recibe un conjunto difuso como valor.



## III Resultados

En esta sección se aplicará el modelo de guerra comercial al conflicto EE. UU. – China. Para ello, se estimarán los coeficientes del modelo usando lógica difusa. Cabe recordar que la lógica difusa, a través de conjuntos difusos, combina mediciones cualitativas y cuantitativas en una sola herramienta. Las propiedades y características que utiliza un conjunto difuso para especificar a sus miembros son imprecisas. Por ejemplo, el número cercano a cero no es una descripción precisa de la pertenencia al conjunto, entonces se pueden usar diferentes funciones de pertenencia para describir una misma característica. Sin embargo, las funciones de pertenencia no son confusas, sino que son funciones matemáticas exactas.

### Modelo difuso

- a) **Imposiciones arancelarias.** Muchos países han violado los acuerdos arancelarios ya sea por desconfianza o como medida de proteccionismo; éste es el caso de los EE. UU. en su guerra comercial contra China. Las noticias muestran como el gobierno estadounidense decide de manera unilateral aumentar o imponer aranceles a productos chinos.

El acuerdo comercial China-EE. UU. firmado en 1999 estableció las condiciones básicas para el acceso de un amplio rango de productos estadounidenses al mercado chino por medio de la eliminación de barreras arancelarias y la disminución de las tarifas arancelarias, incluyendo las de los productos agrícolas. De esta manera, el promedio general de las tarifas arancelarias bajó a 17% y para los productos estadounidenses a 14.5% para 2004 (Hernández, 2006, p.36).

La lucha por el control del comercio del mundo es cada vez más compleja. Los países desarrollan estrategias para mantenerse en el concierto del poder, de entre los cuales es EE. UU. el protagonista. Sin embargo, la economía del país está en una situación de estancamiento, tal como lo menciona Feldstein (2018), el nivel del ahorro sobre el ingreso disponible se encontraba entre 10 y 13% del PIB en 1960-1980; para 2000 disminuyó a 5.5% y apenas 3 a 4% en 2017. Además, el déficit fiscal es de 4.8% del PIB en 2018 y se espera un incremento alcanzando 5.4% del PIB en 2022.

Frente a lo anterior, el país decidió frenar el crecimiento de sus principales competidores, entre los cuales está China. Eso explica el deterioro de las relaciones comerciales entre ambos países desde la llegada de Donald Trump a la presidencia. La estrategia utilizada es el proteccionismo. France24 (septiembre, 2019) menciona que:

El 8 de marzo, EE. UU. impuso aranceles del 25% sobre el acero y del 10% sobre el aluminio importado. El 23 de marzo y el 2 de abril China anunció aranceles por US\$6.000 millones; el 3 de abril EE. UU. anuncia gravámenes para productos de alta tecnología y un día después China respondió con tasas sobre 106 productos estadounidenses, entre los que se encontraban la soya y los vehículos.

Regresando al modelo, los coeficientes  $k, l$  del mismo representan la desconfianza que existe entre ambos países. Se define la variable lingüística  $G_a = \{\text{Confianza plena, Poca confianza, Estable, Mucha desconfianza, Desconfianza plena}\}$ . La transformación  $M_a$  está dado por las funciones mostradas en

la Figura 2. Con la información obtenida se construirá un número triangular difuso correspondiente a cada etiqueta lingüística, como se muestra en la segunda columna de la Tabla 1.

Etiqueta	Números triangulares difusos	Conjunto $\phi$ -difuso: $[a_{x_j}^1, a_{x_j}^2]$
Confianza plena	(66.4, 83, 100)	[66.4, 100]
Poca confianza	49.8, 66.4, 83	49.8, 83
Estable	33.2, 49.8, 66.4	33.2, 66.4
Mucha desconfianza	16.6, 33.2, 49.8	16.6, 49.8
Desconfianza plena	0, 33.2, 49.8	16.6, 49.8

Tabla 1: Números triangulares difusos para evaluar la desconfianza entre China y EE. UU.

La gráfica correspondiente a cada función de pertenencia que corresponde a un número triangular difuso está dada en la Figura 2.

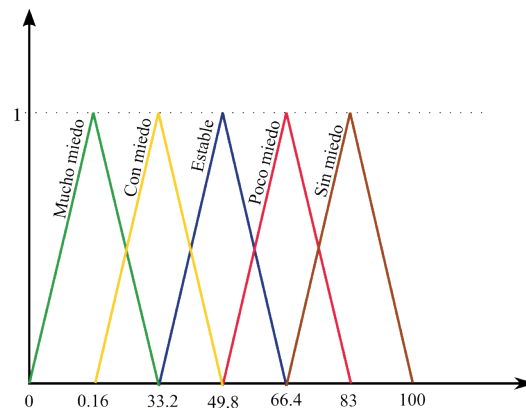


Figura 2: Funciones de pertenencia  $\mu_A$

- b) **Restricciones legislativas.** EE. UU. y China tienen una larga relación en materia comercial. Con el paso del tiempo, esa relación ha ido deteriorándose debido a que el déficit de los EE. UU. es cada vez más grande. Específicamente, el déficit alcanza los 419 000 millones de dólares según datos del Censo de EE. UU. (2018). Para enfrentar lo mencionado, EE. UU. decidió aplicar una de sus viejas políticas: el proteccionismo basado en el alza de los aranceles y aplicación de sanciones. Sin embargo, para poder cumplir esto, el presidente transgredió uno de los principios de la OMC en materia comercial: la consolidación de aranceles, la cual estipula que una vez que un país ha notificado a dicho organismo, éste no puede modificarlos de manera unilateral. Derivado de lo anterior, China antepuso una queja ante el comité de resolución de controversias. No obstante, EE. UU. se niega a nombrar sus miembros para los paneles, lo cual podría resultar en un número insuficiente de jueces para el proceso (Rosales, 2019).

Otro punto relacionado a las restricciones legislativas, y que está estipulado en la Constitución de los EE. UU., dictamina que el Congreso de la Unión es la máxima instancia en materia de política comercial, es decir, es el órgano que decide sobre la conducta del país en relación al comercio internacional. A pesar de ello, el presidente decidió pasar por encima de ese órgano usando una cláusula que le permite imponer restricciones a las importaciones por motivos de seguridad nacional. Esta decisión tiene por objetivo contrarrestar el plan que tiene China sobre desarrollar su programa tecnológico. Este plan nacional fue iniciado por el Ministerio de Industria y Tecnologías de la Información para fortalecer y balancear la industria de manufacturas de China, con miras a acrecentar su influencia en materia de estándares internacionales, cadenas globales de suministro e innovación (Balderrama y Trejo, 2019).

Siguiendo con el análisis para estimar los coeficientes  $\alpha, \beta$ , los cuales representan las limitaciones legislativas tanto internas como externas para China y EE. UU., respectivamente, se define la variable lingüística  $G_b = \{\text{Cumplimiento, Cumplimiento parcial, Incumplimiento}\}$  y la transformación  $M_2$  por las funciones mostradas en la Figura 3. Cada atributo de los actores sociales bajo evaluación será calificado usando las etiquetas mostradas en la primera columna de la Tabla 2. Con la información obtenida se construirá un número triangular difuso correspondiente a cada etiqueta lingüística, como se muestra en la segunda columna de la Tabla 2.

Etiqueta	Números triangulares difusos	Conjunto $\phi$ -difuso: $[a_{x_j}^1, a_{x_j}^2]$
Cumplimiento	50, 75, 100	50, 100
Cumplimiento parcial	25, 50, 75	50, 75
Incumplimiento	0, 25, 50	0, 50

Tabla 2: Números triangulares difusos para evaluar las limitaciones legislativas.

La gráfica de cada función de pertenencia que corresponde a un número triangular difuso está dada por la Figura 2.

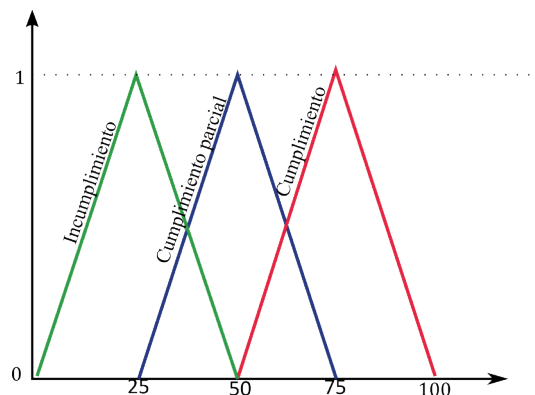


Figura 3: Funciones de pertenencia  $\mu_A$

Nótese que el universo del discurso es, en este caso,  $\Omega = [0, 100]$ . Para obtener valores en el intervalo  $[0, 1]$ , los resultados se normalizarán; esto es, el resultado final se divide entre 100.

A continuación, se resume la evaluación para los coeficientes del modelo utilizando los conjuntos  $G_a, G_b$  de términos que representan los valores de las variables que explican el modelo de guerra comercial entre China y EE. UU.

País	Fecha	Variable	Etiqueta
China	El 23 de marzo y el 2 de abril 2018	$k$ Confianza	Desconfianza plena
EE. UU.	8 de marzo 2018:	$l$ Confianza	Desconfianza plena
China	15 mayo 2015	$\alpha$ Restricciones internas	Cumplimiento
EE. UU.	Febrero 2018	$\beta$ Restricciones internas	Cumplimiento
China	Diciembre 2018	$\alpha$ Restricciones externas	Cumplimiento parcial
EE. UU.	Febrero 2018	$\beta$ Restricciones externas	Incumplimiento

Tabla 3. Evaluaciones para los coeficientes del modelo de Richardson, Ecuación (1).

Estos resultados permitirán calcular los coeficientes del modelo de Richardson (Ecuación (1)) mediante lógica difusa. A continuación, se reemplazan las etiquetas lingüísticas de la Tabla 3 con los conjuntos difusos construidos en las Tablas 1 y 2. Para el caso de China se asocia un conjunto difuso a cada variable, ver Tabla 4.

Variable	Conjunto Difuso
$k$ Confianza	$[0, 33.2]$
$\alpha$ Restricciones internas	$[50, 100]$
$\alpha$ Restricciones externas	$[50, 75]$

Tabla 4. Conjuntos difusos correspondientes a la evaluación de las variables para China.

El conjunto asignado para la variable confianza es  $k = [0, 33.2]$  y para la variable restricciones se tiene  $\alpha = [62.5, 62.5]$ . En el caso de restricciones internas y externas para ambos países se considerará el promedio de ambos conjuntos difusos utilizando la fórmula propuesta en la Ecuación (2). De igual forma, para EE. UU. se asocia un conjunto difuso para cada variable, ver Tabla 5. Para este caso se tiene  $l = [0, 33.2]$  y  $\beta = [25, 75]$ .

País	Variable	Conjunto Difuso
EE. UU.	$l$ Confianza	$[0, 33.2]$
EE. UU.	$\beta$ Restricciones internas	$[50, 100]$
EE. UU.	$\beta$ Restricciones externas	$[0, 50]$

Tabla 5. Conjuntos difusos correspondientes a la evaluación de las variables para EE. UU.

Para proporcionar el resultado como un número en sentido clásico se aplicará el método de defuzzificación expuesto anteriormente. Siguiendo este proceso se obtienen los siguientes valores para los coeficientes del modelo de Richardson:

$$k = 16.6, \alpha = 62.5, l = 16.6, \beta = 50.$$

- c) **Factores externos.** Por último, para estimar los términos independientes  $g, h$ , se utilizará la información de las exportaciones e importaciones de los EE UU a China durante el periodo 2016-2019 en miles de millones de dólares estadounidenses (US Census Bureau, 2019), véase Tablas 6 y 7.

	2016	2017	2018	2019
Enero	37126.43	41339.27	45765.63	41603.83
Febrero	36066.89	32788.25	39020.58	33194.39
Marzo	29812.32	34162.65	38327.63	31175.67
Abril	32920.20	37443.22	38303.87	34798.92
Mayo	37513.72	41760.62	43965.72	39269.10
Junio	38539.19	42261.44	44612.08	
Julio	39438.85	43565.87	47120.59	
Agosto	43221.77	45788.14	47869.17	
Septiembre	42020.92	45409.01	50014.98	
Octubre	43798.09	48137.65	52202.33	
Noviembre	42602.63	48107.69	46500.84	
Diciembre	39358.92	44456.37	45972.10	

Tabla 6. Cantidad mensual de exportación de China a EE.UU. en miles de millones de dólares (US Census Bureau, 2019).

En el procedimiento que permitió la construcción de conjuntos difusos, se observa que éstos corresponden a las diferentes etiquetas lingüísticas. A pesar de ello, el dominio e imagen de las funciones de pertenencia (membresía) coinciden. Por lo que se tienen las condiciones necesarias para determinar el modelo difuso.

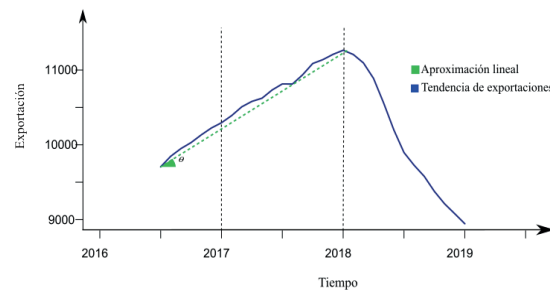
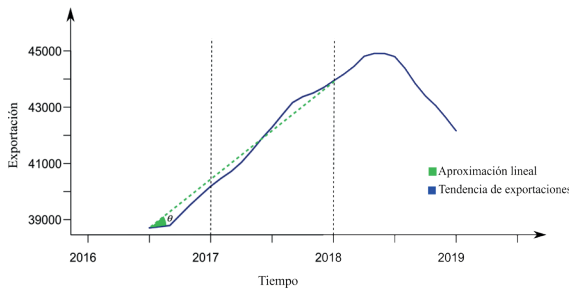
Para estimar estos coeficientes, se calculará la componente de tendencia de ambas series de tiempo en el periodo 2016-2019 (ver Figura 4). Para lograrlo, se hará un análisis de series de tiempo, el cual es un método cuantitativo que se utiliza para detectar patrones de cambio o permanencia en los datos recolectados en intervalos regulares de tiempo (Pérez-Ramírez, 2007). Los valores de tendencia se obtendrán usando el método de Holt-Winters.

	2016	2017	2018	2019
Enero	8208.88	9955.51	9902.58	7134.33
Febrero	8080.51	9739.77	9759.86	8433.55
Marzo	8925.56	9720.09	12652.14	10426.53
Abril	8679.66	9806.56	10503.8	7896.34
Mayo	8541.96	9880.07	10428.18	9074.49
Junio	8845.55	9718.53	10860.06	
Julio	9129.66	9955.18	10134.62	
Agosto	9372.91	10824.54	9285.86	
Septiembre	9521.15	10895.95	9729.99	
Octubre	12600.00	12963.66	9139.85	
Noviembre	12044.08	12707.40	8606.23	
Diciembre	11644.80	13630.27	9144.91	

Tabla 7. Cantidad mensual de exportación de EE.UU. a China en miles de millones de dólares (US Census Bureau, 2019)

Para estimar los términos independientes  $g, h$ , se utilizarán los datos de las Tablas 6 y 7, mediante un análisis de series de tiempo, como se mencionó anteriormente. Se puede observar la gráfica de la Figura 4 que antes de que comenzaran las imposiciones arancelarias (febrero de 2018) la tendencia era lineal con pendiente positiva. No obstante, a partir de 2018 la gráfica de ambas tendencias es decreciente. Se utilizarán las pendientes de las tendencias antes de 2018 para estimar los términos que no dependen de los aranceles y la transgresión de tratados. Mediante el método de Holt-Winters se calcularon unas pendientes de 88.5 para las exportaciones de China a EE.UU. y de 39.9 para las exportaciones de EE.UU. a China. Las rectas con esas pendientes se muestran en las gráficas de la Figura 4. Es necesario hacer notar que cada unidad de tiempo representa un mes. Ya que se considera

el tiempo en años, los resultados se normalizarán a 12 meses multiplicando los valores de las pendientes por 12.



a) Gráfica de la tendencia para las exportaciones de China a EE. UU. de 2016-2019.

b) Gráfica de la tendencia para las exportaciones de EE. UU. a China de 2016-2019

Figura 4 Series de tiempo de las exportaciones entre China y EE. UU. en el período 2016-2019.

Con las aproximaciones lineales descritas anteriormente se obtuvieron los siguientes resultados

$$g = 1062, \quad h = 472.$$

El modelo de Richardson difuso dado en la Ecuación (1) se convierte en el nuevo modelo de dos ecuaciones diferenciales de la Ecuación (4).

$$\begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= 0.16y - 0.62x + 1062, \\ \frac{dy}{dt} &= 0.16x - 0.5y + 472. \end{aligned} \tag{4}$$

Las condiciones de frontera están dadas por los valores de las exportaciones en enero de 2018.

Obsérvese que el sistema de la Ecuación (3) es un sistema de ecuaciones diferenciales lineales acopladas y no homogéneas con coeficientes constantes. Escrito en forma matricial

$$\begin{pmatrix} \frac{dx}{dt} \\ \frac{dy}{dt} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -0.62 & 0.16 \\ 0.16 & -0.5 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 7.37 \\ 3.32 \end{pmatrix}.$$

Se puede ver que la matriz de coeficientes del sistema tiene dos valores propios reales. El sistema de ecuaciones diferenciales dado en la Ecuación (3) tiene soluciones analíticas, las cuales pueden determinarse utilizando diferentes programas computacionales y están dadas por combinaciones lineales de funciones exponenciales en términos de los valores propios, por lo que se omiten los pasos para hallar las soluciones analíticas. Las soluciones están dadas por las siguientes expresiones

$$x(t) = e^{-1.125t} (25910e^{0.39t} + 17740e^{0.73t} - 2 \times 10^{-13} e^{0.78t} + 2114e^{1.125t}),$$

$$y(t) = e^{-1.125t} (-17695e^{0.39t} + 25975e^{0.73t} + 1 \times 10^{-13} e^{0.78t} + 1622e^{1.125t} + 5 \times 10^{-14} e^{1.46t}).$$

Las gráficas de las soluciones están dadas en la Figura 5. Dado que las soluciones al sistema de ecuaciones diferenciales de la Ecuación (3) son funciones que están dadas en términos de funciones exponenciales, se observa un decrecimiento rápido de las funciones, es decir, las soluciones presentan tendencia a disminuir en los próximos años, resultado congruente con los obtenidos mediante análisis de series de tiempo como se muestra en la Figura 4. En consecuencia, se tienen los siguientes escenarios para ambos países.

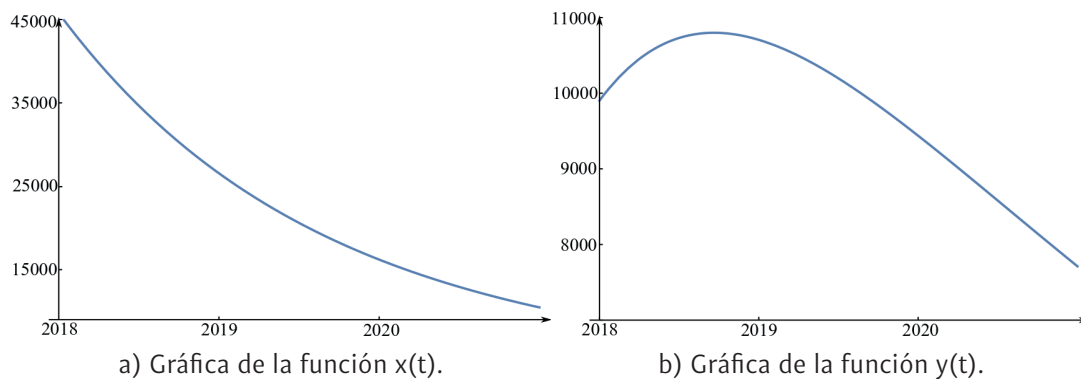


Figura 5 Gráfica de las soluciones al sistema de ecuaciones dada en la Fórmula 3.

Los resultados muestran que al finalizar el año 2020, las exportaciones de China a EE. UU. disminuirán drásticamente. Este escenario es previsible dada la cantidad de ataques y respuestas entre los dos países. A decir,

Las exportaciones de China cayeron un 1.0% interanual en agosto, según datos oficiales, en medio de una guerra comercial con EE. UU. que está afectando a las dos primeras economías mundiales. La caída llega tras un alza sorpresa en julio del 3.3% pese al conflicto con Washington y a la débil demanda mundial. El excedente comercial chino también cayó significativamente en agosto, hasta 34,830 millones de dólares, comparados a los 44, 580 millones del mes anterior. Por su parte el ritmo de las importaciones continuó reduciéndose, hasta el 5.6% interanual, la misma cifra que en julio (El Economista, 2019).

De forma similar al finalizar el año 2020 las importaciones de EE. UU. a China disminuirán drásticamente. La relación comercial entre las dos potencias ha ido debilitándose desde la llegada de Donald Trump a la presidencia del país americano mediante la aplicación recíproca de aranceles a los productos. Lo que llevó a una reducción de los productos importados y exportados como se ha mencionado en algunos medios:

Las importaciones de bienes estadounidenses a China bajaron 31.4% comparado con el año anterior a 9 mil 400 millones de dólares (Sinembargo.mx, 2019).



## Discusión

Los modelos de guerra basados en ecuaciones diferenciales han sido utilizados con frecuencia. No obstante, cuando la situación que se quiere simplificar presenta ambigüedad o vaguedad, propios de fenómenos sociales, se requieren herramientas alternas que ayuden a modelar la realidad. En este contexto, la teoría de conjuntos difusos y, especialmente, la lógica difusa surgen como herramientas apropiadas para estudiar fenómenos rodeados de vaguedad, imprecisión o ambigüedad, características de los conflictos que pueden existir entre dos potencias que compiten por la hegemonía comercial mundial.

Por otra parte, el modelo de Richardson es un ejemplo clásico de aplicaciones de las matemáticas. Agregado a lo anterior, existen muchas áreas del conocimiento que pueden ser exploradas combinando teorías clásicas y herramientas innovadoras como la lógica difusa. En este trabajo se muestra una aplicación de un modelo de Richardson mezclado con lógica difusa para estudiar una problemática en el área de comercio internacional. El planteamiento de diferentes escenarios en situaciones de relevancia como el comercio internacional permiten a los individuos tomar decisiones acertadas en beneficio de la economía nacional y de la sociedad en general.

## Conclusión

La aportación de esta investigación consiste en la creación de un modelo matemático de la guerra comercial que junta el modelo de Richardson clásico con la lógica difusa. En particular, se propone el uso de la teoría de conjuntos difusos como método alternativo para estimar los coeficientes del modelo clásico de Richardson. El uso de la teoría de conjuntos difusos permite modelar de forma determinista el problema de la guerra comercial entre China y EE. UU. a fin de proponer escenarios para el análisis de una situación de suma importancia para la economía nacional tales como las relaciones comerciales entre dos potencias comerciales.

Los resultados muestran que, por una parte, al finalizar el año 2020 las exportaciones de China a EE. UU. disminuirán drásticamente. Este escenario concuerda con lo observado dado que la cantidad de ataques y respuestas entre los dos países ha propiciado una caída del 0% interanual en agosto de 2019. Además, en el mismo año y mes, el excedente comercial chino cayó significativamente, hasta 34,830 millones de dólares, comparados a los 44,580 millones del mes de julio. Asimismo, las importaciones de los EE. UU. provenientes del mercado chino sufrieron los efectos de esta guerra comercial, lo que se reflejó en una caída del 31.4 % en 2019 comparado con el 2018 a 9,400 millones de dólares.

Si bien esta investigación presenta resultados que permiten entender el panorama geoestratégico del comercio internacional, el análisis realizado no considera otros factores relacionados con la guerra comercial, como son la caída de los principales mercados bursátiles, Dow Jones 6%, Hang Seng 13% y el compuesto de Shanghái 25%; la pérdida del poder adquisitivo de divisas como el peso mexicano y la real brasileña; la cantidad de empleos perdidos y la incertidumbre, así como la desaceleración del comercio a nivel mundial. En referencia a la incertidumbre, vale la pena mencionar el juicio político o

impeachment a Donald Trump. Si este juicio se llevara a cabo, podría generar consecuencias aún más drásticas a la economía norteamericana, pues este tipo de situaciones provocan incertidumbre en los mercados financieros, lo que podría desencadenar una recesión en el país norteamericano.

Para cerrar, para futuros trabajos, es posible considerar modelos más sofisticados con la participación de tres actores en el conflicto; modelos que consideren otro tipo de variables explicativas, así como el uso de funciones de pertenencia diferentes a las triangulares, entre otras, que permitan estudios con mayor complejidad y alcance.

## Referencias

- BBC Mundo. (2019). *Guerra comercial Estados Unidos y China: 5 gráficos para entender el conflicto que tiene en vilo a la economía mundial*. BBC Mundo, Consultado el 15/09/2019 en: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-48215625>
- Baena Rojas, J.J. (2018) 'Barreras arancelarias y no arancelarias como restricciones al comercio internacional', *Revista Venezolana de Gerencia*, vol. 23, no. 83, pp. 543-562.
- Balderrama R.S. y Trejo, R.A. (2019) 'Hecho en China 2015 y la autosuficiencia en nuevas tecnologías', *Revista de comercio exterior*, vol. 4, no. 19, México. Consultado el 03/10/2019 en: <https://www.revista-comercioexterior.com/articulo.php?id=506&t=hecho-en-china-2025-y-la-autosuficiencia-en-nuevas-tecnologias>
- Bekkers, E. y Teh, R. (2019) *Potential economic effects of a global trade conflict: Projecting the medium-run effects with the WTO global trade model*, Economic Research and Statistics Division World Trade Organization, Recuperado de [https://www.wto.org/english/res\\_e/reser\\_e/ersd201904\\_e.pdf](https://www.wto.org/english/res_e/reser_e/ersd201904_e.pdf)
- Bojadziev, G. y Bojadziev, M. (2007) *Fuzzy Logic for Business, Finance, and Management* (2nd ed.). World Scientific Publishing Co., Inc., River Edge, NJ, USA.
- Caspary, W.R. (1967) 'Richardson's Model of Arms Races: Description, Critique, and an Alternative Model', *International Studies Quarterly*, vol. 11, no. 1, pp. 63-88.
- Chalikias, M. y Skordoulis, M. (2014) 'Implementation of Richardson's Arms Race Model in Advertising Expenditure of Two Competitive Firms', *Applied Mathematical Sciences*, vol. 8, no. 81, pp. 4013-4023. <http://dx.doi.org/10.12988/ams.2014.45336>
- El Economista. (2019) *Las exportaciones chinas caen inesperadamente en agosto*. El economista. Consultado el 02/10/2019 en: <https://www.eleconomista.com.mx/economia/Exportaciones-de-China-caen-inesperadamente-en-agosto-20190908-0017.html>
- Feldstein, M. (2018) *How to Increase America's Saving Rate*, Project Syndicate, 26 de julio. Consultado el 01/10/2019 en: <https://www.project-syndicate.org/commentary/how-to-increase-us-saving-rate-by-martin-feldstein-2018-07?barrier=accesspaylog>
- Fox, W.P., Giordano, F. y Weir, M. (1997) *A First Course in Mathematical Modeling*, Brooks/Cole Publishing. Pacific Grove, CA.
- France24 (2019) *Estados Unidos y China: la guerra comercial de las grandes economías en el 2018*. France24. Consultado el 24/09/2019 en: <https://www.france24.com/es/20181213-guerra-comercial-grandes-economias-debate>
- FMI (2019) *Informes de Perspectivas de la Economía Mundial*. Fondo Monetario Internacional, Consultado el 19/11/2019 en: <https://www.imf.org/es/Publications/WEO/Issues/2019/07/18/WEUpdateJuly2019>
- Gómez Chiñas C. y González-García J. (2017) 'Competencia y competitividad de las exportaciones de México y China en el mercado estadounidense:

nueva evidencia', *México y la Cuenca del Pacífico*, vol. 6, no. 16, pp. 79-105.

Hamblin, L.L., Hout, M., Miller, J.L. y Pitcher, B.L. (1977) 'Arms races: A test of two models', *American Sociological Review*, vol. 42, no. 2, pp. 338-354.

Hernández Hernández, R. (2006) 'Las relaciones comerciales entre China y Estados Unidos y el comercio de bienes industriales y agrícolas; implicaciones para México', *México y la Cuenca del Pacífico*, Universidad de Guadalajara, vol. 9, no. 27, pp. 25-39.

Ishida, A. (2015) 'An Initial Condition Game of Richardson's Arms Race Model', *Sociological Theory and Methods*, vol. 30, no. 1, pp. 37-50. <https://doi.org/10.11218/ojams.30.37>

Jeffrey, S. (2009) 'Hamming distances for conjugates', *Discrete Mathematics*, vol. 309, no. 12, pp. 4197-4189. <https://doi.org/10.1016/j.disc.2008.11.001>

Kaldor, N. (1940) 'A Note on Tariffs and the Terms of Trade', *Economical*, vol. 7, no. 28, pp. 377. <https://dx.doi.org/10.2307/2550231>

López Sánchez, J.A., Santos Vijande M.L. y Trespalacios Gutiérrez, J.A. (2008) 'La influencia de la confianza y el compromiso sobre las funciones creadoras de valor en las relaciones comerciales entre empresas'. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, vol. 14, no. 1, pp. 177-196. [https://dx.doi.org/10.1016/S1135-2523\(12\)60018-5](https://dx.doi.org/10.1016/S1135-2523(12)60018-5)

Montero, C.D. y Pino, H.E. (2014) 'Presente y futuro de las relaciones comerciales de Canadá y Estados Unidos frente a los nuevos desafíos', *Norteamérica*, vol. 9, no. 2, pp. 145- 172. <https://doi.org/10.20999/nam.2014.b006>

O'Hagan, M., Zadeh, L.A., y Bellman, R.E. (1996) 'A fuzzy decision maker', *Fuzzy logic: Practical approach*, pp. ibc3. <https://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-485965-4.50022-5>

Rosales, O. (2019) 'El conflicto económico Estados Unidos- China', *Economía & Administración*, no. 173, pp. 11-14. [http://www.fen.uchile.cl/uploads/images/files/revista\\_173\(2\).pdf](http://www.fen.uchile.cl/uploads/images/files/revista_173(2).pdf)

Pérez Ramírez, F.O. (2007) *Introducción a las series de tiempo. Métodos paramétricos*. Colombia. Universidad de Medellín, 15-25.

Qasemi V. (2013) *Fuzzy Inference Systems and Social Studies*, Jameshenasan publication.

Rapoport, A. (1957) 'Lewis F. Richardson's mathematical theory of war', *Journal of Conflict Resolution*, vol. 1, no. 3, pp. 249-299. <https://doi.org/10.1177/002200275700100301>

Richardson, L.F. (1960) *Arms and Insecurity: A Mathematical Study of the Causes of War*. Pittsburgh: Boxwood Press.

Saad, R., Ahmad, M.Z., Abu, M.S. y Jusoh, M.S. (2014) 'Hamming Distance Method with Subjective and Objective Weights for Personnel Selection', *The Scientific World Journal*, vol. 2014, pp. 1-9. <https://dx.doi.org/10.1155/2014/865495>

Sinembargo.mx (2019) *Las importaciones de Estados Unidos a China caen un 31.4% en junio, en medio de la guerra comercial*. Periódico Sin embargo. Consultado el 02/10/2019 en: <https://www.sinembargo.mx/12-07-2019/3611616>

The Economy Journal.com (2019). *Lo que está realmente en juego en la guerra comercial chino-estadounidense*, The Economy Journal.com. Consultado en: <https://www.theeconomyjournal.com/texto-diario/mostrar/1457514/esta-realmente-juego-guerra-comercial-chino-estadounidense>

US Census Bureau (2019) *Trade in Goods with China*, Recuperado de: <https://www.census.gov/foreign-trade/balance/c5700.html?#>

World Trade Organization (2011) *International Trade Statistics, 2011*. Consultado el 10/09/2019 en: <https://www.redalyc.org/pdf/1937/193732998006.pdf>

Zadeh, L.A. (1965) 'Fuzzy sets', *Information and Control*, vol. 8, no. 3, pp. 338-353. [https://doi.org/10.1016/S0019-9958\(65\)90241-X](https://doi.org/10.1016/S0019-9958(65)90241-X)