

# EFECTOS ASIMÉTRICOS EN LA RELACIÓN DE LOS PRECIOS BURSÁTILES CON EL TIPO DE CAMBIO, LOS PRECIOS MUNDIALES DEL PETRÓLEO Y LA TASA DE INTERÉS ANTE LA PANDEMIA DE COVID-19

Francisco López-Herrera\*

Domingo Rodríguez-Benavides\*\*

*(Recibido: julio, 2020/Aceptado septiembre 2020)*

## Resumen

En este artículo se analiza cómo ha sido la influencia del tipo de cambio, los precios mundiales del petróleo y la tasa de interés interbancaria de equilibrio (TIIE) a un día sobre el Índice de Precios y Cotizaciones (IPC) de la Bolsa Mexicana de Valores durante el brote de Covid-19, el periodo de confinamiento y el inicio del regreso a la nueva normalidad en México. Mediante un modelo ARDL no lineal (NARDL) se consideran los efectos asimétricos de esas variables sobre el indicador bursátil de diciembre del año pasado al primer semestre de 2020, encontrando que, al menos para el periodo bajo estudio, para explicar el comportamiento bursátil es pertinente considerar efectos diferenciados (asimétricos) en los efectos de las variables enunciadas.

*Palabras clave:* Mercado accionario, tipo de cambio, precio del petróleo, tasa de interés, modelo NARDL.

*Clasificación JEL:* E32, E43, E44, E52, F31

---

\*División de Investigación, Facultad de Contaduría y Administración, UNAM, francisco\_lopez\_herrera@yahoo.com.mx

\*\*Departamento de Sistemas, División de Ciencias Básicas e Ingeniería, UAM-Azc., domin\_rod@yahoo.com.mx

# ASYMMETRIC EFFECTS IN THE RELATIONSHIP OF STOCK PRICES WITH THE EXCHANGE RATE, WORLD OIL PRICES AND THE INTEREST RATE IN THE FACE OF THE COVID-19 PANDEMIC

Francisco López-Herrera\*

Domingo Rodríguez-Benavides\*\*

(Recibido: julio, 2020/Aceptado septiembre 2020)

## Abstract

This paper analyzes the influence of the exchange rate, world oil prices and the overnight equilibrium interbank interest rate (TIIE) on the Índice de Precios y Cotizaciones (IPC) of la Bolsa Mexicana de Valores during the Covid-19 outbreak, the period of confinement and the beginning of the return to the new normal in Mexico. Using a non-linear ARDL (NARDL) model, the asymmetric effects of these variables on the stock market indicator from December of last year to the first half of 2020 are considered, finding that, at least for the period under study, to explain the stock market behavior is relevant consider differentiated (asymmetric) effects in the effects of the stated variables.

*Keywords:* stock market, exchange rate, oil price, interest rate, NARDL model.

*Clasificación JEL:* E32, E43, E44, E52, F31

## 1. Introducción

El impacto económico futuro de la pandemia de COVID-19 es extremadamente incierto debido a la extensa propagación de la enfermedad, ya que aún se desconocen la tasa de mortalidad y la gravedad de la enfermedad, así como los logros en la lucha para contener sus efectos sanitarios y económico dadas la respuesta de los gobiernos y la conducta de los individuos, **zhang2020financiamiento**, **baldwin2020economics**, **mckibbin2020global**, **assessment2020coronavirus**.

La enfermedad infecciosa producida por el nuevo coronavirus 2019-nCoV, popularmente conocido como Sars-CoV 2, surgió por primera vez en diciembre de 2019 en la ciudad de Wuhan, provincia de Hubei de China, **world2020coronavirus**. Atrajo rápidamente la atención del mundo debido a su rápida propagación en comparación con otros tipos de coronavirus. La respuesta del gobierno de China fue el bloqueo total del epicentro de la enfermedad, la ciudad de Wuhan, medida que luego fue seguida por varios países del mundo para intentar controlar su transmisión, incluso el 23 de enero de 2020 se cerró toda la ciudad, **ahmed2020impact**.

Después de China, Corea del Sur fue el segundo país que enfrentó un brote importante de COVID-19 y rápidamente se propagó a otros países, para mediados de abril Italia, Irán, España, Francia, el Reino Unido y los Estados Unidos ya habían sido fuertemente afectados con severos brotes. El número de casos

---

\*Division de Investigación, Facultad de Contaduría y Administración, UNAM, [francisco.lopez\\_herrera@yahoo.com.mx](mailto:francisco.lopez_herrera@yahoo.com.mx)

\*\*Departamento de Sistemas, División de Ciencias Básicas e Ingeniería, UAM-Azc., [domin\\_rod@yahoo.com.mx](mailto:domin_rod@yahoo.com.mx)

positivos y fallecidos ha venido en aumento desde la aparición de la enfermedad, no obstante, en algunas partes del mundo su difusión se ha desacelerado como en algunas regiones europeas, pero en otras regiones como América y Asia, la enfermedad aún se está propagando a un mayor ritmo. El 11 de marzo de 2020 la OMS declaró a COVID-19 como una pandemia mundial, **ashraf2020islamic**, la cual ha alcanzado a prácticamente casi todos los países con excepciones que apenas rebasan la decena, **johns2020covid**.

La enfermedad de COVID-19 ha sacudido fuertemente la economía mundial, incluyendo los mercados financieros internacionales. Las medidas preventivas como el distanciamiento social y el paro de muchas actividades han demostrado su eficacia para contener el avance descontrolado de la epidemia, permitiendo salvar vidas humanas indudablemente, pero tienen un elevado costo económico que se traduce, entre otras consecuencias, en ventas comerciales reducidas e incluso el cierre permanente de diversas empresas, **ahmed2020impact**. La determinación de los efectos económicos que alcanzará la pandemia es una tarea difícil porque todavía no termina el problema de salud y, por tanto, no se conocen de manera plena sus consecuencias, aunque se han empezado a resentir sus efectos inmediatos.

El objetivo de esta investigación es analizar las relaciones entre los precios bursátiles en México y el precio internacional del petróleo, el tipo de cambio y la tasa de interés durante el periodo de la pandemia en México. Esas variables son importantes como representantes de las expectativas económicas, por ello son insumos importantes para la construcción del indicador adelantado del Sistema de Indicadores Cíclicos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, **inegi2015**. Siguiendo a **gordon1959dividends**; **gordon1962savings**, los precios observables de las acciones reflejan la perspectiva de los inversionistas sobre las ganancias esperadas, considerando el riesgo macroeconómico al que están sujetas. Por su parte, **degiannakis2018oil** señalan que además de la valuación de inversiones, existen otros canales mediante los cuales los movimientos de los precios petroleros se transmiten a los precios accionarios, a saber: la política monetaria, el producto de la economía, la política fiscal y la incertidumbre económica. El tipo de cambio es una variable que transmite los efectos de la política monetaria a los estados financieros de las empresas, como lo señala **engle2013stock**.

El análisis mostrado más adelante emplea un modelo de rezagos distribuidos no lineal (NARDL), sus resultados permiten concluir que la relación entre estos indicadores económicos se caracteriza durante el periodo analizado por la presencia de efectos asimétricos tanto en la relación de equilibrio como en la dinámica en torno a dicho equilibrio.

## 2. Revisión de la literatura empírica

**ahmed2020impact** analiza el impacto de COVID-19 en el desempeño del mercado accionario de Pakistán, para tal fin analizan la relación entre casos positivos, fallecimientos, enfermos recuperados y los precios de cierre del índice PSX 100 del primer semestre de 2020. Sus resultados sugieren que únicamente las recuperaciones están influyendo en el rendimiento del índice y que los casos positivos diarios y el número de fallecimientos no tienen impacto en los rendimientos.

**ashraf2020stock** examina el impacto del número de casos y muertes confirmadas diariamente por COVID-19 en los rendimientos del mercado accionario de 64 países en el periodo del 22 de enero de 2020 al 17 de abril de 2020 mediante modelos de panel controlando diversos factores. Sus resultados muestran que el rendimiento de los mercados de valores responde negativamente al crecimiento de los casos confirmados. También encuentra que los mercados responden de forma más proactiva al crecimiento en el número de casos confirmados en comparación con el crecimiento en el número de defunciones atribuidas a la pandemia y que esta respuesta varía con el tiempo.

**ashraf2020economic** examina el impacto económico esperado de las acciones gubernamentales en los rendimientos accionarios. Utilizando datos diarios del 22 de enero al 17 de abril de 2020 de 77 países, encuentra que los anuncios de medidas de distanciamiento social tienen un efecto negativo directo en los rendimientos accionarios debido a su efecto adverso sobre la actividad económica, mientras que la reducción de casos confirmados tiene un efecto positivo indirecto. Los anuncios gubernamentales con respecto a los programas de concientización pública, las políticas de prueba y cuarentena, así como los paquetes de apoyo al ingreso producen rendimientos positivos del mercado.

**akhtaruzzaman2020financiamiento** examinan el contagio financiero a través de empresas financieras y no financieras entre China y los países del G7 durante el período COVID-19. Sus resultados muestran que las empresas que cotizan en bolsa en estos países, tanto las financieras como las no financieras, experimentan un aumento significativo en las correlaciones condicionales en sus rendimientos accionarios. Sin embargo, la magnitud del aumento en estas correlaciones es considerablemente mayor para las empresas financieras durante el brote de la pandemia, lo que indica la importancia de su papel en la transmisión del contagio financiero. También muestran que las razones de cobertura óptimas aumentan significativamente, implicando mayores costos de cobertura durante el período de la contingencia sanitaria.

**cepoi2020asymmetric** investigan la reacción del mercado de valores a las noticias del coronavirus en los seis países más afectados por la pandemia: Estados Unidos, Reino Unido, Alemania, Francia, España e Italia. Por medio de un modelo de regresión cuantílica para paneles encuentra que los mercados accionarios muestran dependencia asimétrica a la información relacionada con la enfermedad. Específicamente, las noticias falsas ejercen una influencia negativa en los cuantiles inferior y medio a lo largo de la distribución de rendimientos; sin embargo, su impacto no es estadísticamente significativo para los valores extremos. Además, la cobertura de los medios propicia una disminución de los rendimientos entre los cuantiles medio y superior y no tiene efectos en los inferiores. Del mismo modo, el contagio financiero entre las empresas es perjudicial para los rendimientos de los cuantiles 50 a 75. Además, muestra evidencia de que la dinámica del precio del oro tiene un impacto no lineal en los mercados accionarios, especialmente durante las fases extremas bajistas y alcistas.

**topcu2020impact** investigan el impacto en los mercados de valores emergentes durante el periodo del 10 de marzo al 30 de abril de 2020. Sus resultados revelan que el impacto de la pandemia en los mercados de valores emergentes ha disminuido gradualmente, principalmente desde mediados de abril. Adicionalmente, el impacto del brote ha sido mayor en los mercados emergentes asiáticos, mientras que ha sido menor en los mercados emergentes de Europa. También encuentran que el tiempo de respuesta oficial y el tamaño del paquete de estímulo proporcionado por los gobiernos son de gran importancia para compensar los efectos de la pandemia.

**barro2020coronavirus** sostienen que la mortalidad y la contracción económica experimentada durante la Gran Pandemia de Influenza de 1918-1920 proporcionan límites superiores plausibles para analizar los resultados bajo el nuevo coronavirus. Sus regresiones con información anual sobre el número de fallecimientos por gripe de 1918-1920 y las personas que perecieron durante la Primera Guerra Mundial implican disminuciones económicas generadas por la gripe para el PIB y el consumo en el país representativo de 6 y 8 por ciento, respectivamente. También encuentran evidencia de que a mayores tasas de mortalidad por gripe menores rendimientos reales accionarios y, especialmente, de los bonos gubernamentales a corto plazo.

**ramelli2020feverish** examinan el impacto de la pandemia de COVID-19 en el precio de las acciones en las empresas estadounidenses. Concluyen que el mercado agregado reacciona en forma extremadamente

negativa y volátil. En particular, la notable exposición a China y la participación de ingresos extranjeros resultante se asocia con rendimientos acumulados anormales sustancialmente más reducidos durante el período de estudio. **schoenfeld2020invisible** evalúa el factor de riesgo en el contexto de los mercados financieros y las pandemias. El estudio analiza la pandemia de COVID-19 como un experimento natural para determinar cómo responden los mercados financieros a las pandemias a gran escala. Sus resultados indican que los gerentes subestiman el riesgo relacionado con la pandemia en comparación con otros factores de riesgo lo que ocasiona una disminución en el valor de las empresas en este sentido.

**zhang2020financial** investiga el impacto de la pandemia en los principales mercados accionarios de dieciséis países. A través de técnicas econométricas para datos en panel estudian el impacto de los nuevos casos en los rendimientos accionarios. Sus resultados muestran que la tasa de crecimiento semanal de nuevos casos de COVID-19 impacta negativamente en los rendimientos de los mercados accionarios. **takahashi2020japanese** realizan un análisis de las empresas japonesas durante el período del brote de COVID-19. Para tal fin examinan el impacto del programa de compra de fondos negociados en bolsa por parte del Banco de Japón y encuentran que la propiedad indirecta de dichos fondos por parte de este último se asocia positivamente con rendimientos extraordinarios, mientras que su propiedad en manos de extranjeros se asocia negativamente, en tanto que su propiedad que los grupos empresariales tradicionales se asocia positivamente con rendimientos extraordinarios.

**al2020death** analizan los efectos de Covid-19 en las empresas chinas del mercado de valores. Uno de los pocos estudios que abordan las consecuencias globales pertenece a (**albulescu2020covid**), que conecta el VIX (índice de volatilidad) con los datos sobre la pandemia y concluye que los informes de fuera de China tienen más impacto en VIX. Utilizando datos de los 12 países más afectados (**zhang2020financial**), mapea cómo se comporta la correlación entre los mercados bursátiles de los países antes y después de la crisis de Covid-19.

**erdem2020freedom** analiza como los inversionistas reaccionan a diferentes anuncios sobre la evolución del coronavirus en 75 países poniendo un énfasis especial en el nivel de libertad de cada uno de ellos. Empleando un análisis de panel tomando como variables dependientes a los rendimientos accionarios y su volatilidad, y como variables independientes el número de casos de Covid-19 y el número de muertes, por millón de habitantes en ambos casos, así como el nivel de libertad de cada país. Sus resultados indican que la pandemia tiene efectos negativos significativos en los mercados de valores, es decir, rendimientos decrecientes, volatilidad creciente (el efecto del crecimiento en el número de casos por millón sobre los rendimientos de las acciones es casi tres veces mayor que el del crecimiento en el número de muertes por millón). En segundo lugar, encuentra que los inversionistas procesan los datos del coronavirus según el nivel de libertad del país. Específicamente, por cada aumento en el número de casos por millón, los rendimientos del mercado de valores en los países más libres están asociados con una disminución menor que en los países menos libres. De manera similar, por cada aumento en el número de casos por millón, las volatilidades en los mercados de valores en los países más libres se asocian con un aumento menor que en los países menos libres. De esta manera, encuentra que los efectos adversos del Covid-19 en las bolsas de valores son menores en los países más libres.

**zaremba2020infected** estudian el efecto de la intervención gubernamental para evitar la propagación de COVID-19 en la volatilidad de los mercados accionarios de 67 países. Sus resultados muestran que las intervenciones no farmacéuticas aumentan significativamente la volatilidad del mercado de valores mientras que las campañas de información, así como la cancelación de eventos públicos son los principales contribuyentes al crecimiento de la volatilidad. **sharif2020covid** y (**zhang2020financial**) llegan a una conclusión similar de que la pandemia incrementa la volatilidad del mercado de valores.

**lyocsa2020fear** muestran como el uso de los datos de *Google Trends* representa una fuente de datos valiosa y oportuna para pronosticar la variación de precios y que el temor al coronavirus, medido por las búsquedas de Google, predice la futura incertidumbre de los mercados de valores alrededor del mundo. De igual forma, muestran que las búsquedas en Google también se correlacionan fuertemente con la evolución del contagio físico (el número de casos nuevos) y con las intervenciones no farmacéuticas implementadas. Lo anterior les permite concluir que el efecto de las políticas relacionadas con la atención de la pandemia y el miedo de los inversionistas se refleja muy bien en los datos de tendencias de Google.

**ding2020corporate** estudian la inmunidad corporativa durante la pandemia de COVID-19 durante el primer trimestre de 2020, con datos de más de 6,000 empresas de 56 países. Para lo cual estiman el impacto del número de casos en los precios de las acciones. Sus resultados sugieren que las empresas con finanzas más sólidas, menos exposición a la pandemia, ejecutivos menos arraigados y actividades de mayor responsabilidad social previas a 2020, enfrentaron una menor caída en el precio de sus acciones como consecuencia de la pandemia.

**alfaro2020aggregate** presentan un análisis de las acciones a nivel de empresa y de los rendimientos agregados en tiempo real durante la pandemia de COVID-19. Intentan explicar los cambios inesperados que se están produciendo en la trayectoria de la enfermedad considerando que el número de infecciones pronostican los rendimientos del mercado de valores estadounidense. Basados en una muestra de 4,070 empresas listadas en los Estados Unidos, los parámetros estimados por **alfaro2020aggregate** muestran que si la proyección del número de infectados se duplica al día siguiente los rendimientos agregados del mercado estadounidense disminuyen y viceversa. Sus resultados también sugieren que las pérdidas de mercado relacionadas con COVID-19 aumentan con el apalancamiento y la intensidad de capital y que las pérdidas son mucho más profundas en las empresas o industrias que son más propicias para la transmisión de enfermedades.

**amore2020family** en su estudio analizan la propiedad familiar durante la pandemia de COVID-19. Estiman cómo la inclusión de las familias en la gobernanza y la propiedad afectan el desempeño financiero de las empresas a través de una muestra de empresas italianas durante la propagación de COVID-19. Sus resultados sugieren que las empresas que tienen como directores a accionistas mayoritarios tienen un mejor desempeño durante la pandemia en comparación con el resto.

**corbet2020contagion** examinan el efecto de contagio del COVID-19 en los mercados financieros de China, los cuales desde el comienzo de la pandemia de COVID-19 cumplieron el papel de epicentro del contagio financiero y físico. Sus resultados muestran un gran número de características esperadas durante un "vuelo hacia la seguridad" que la relación entre Bitcoin y los mercados de valores chinos finalmente evolucionó.

**ruiz2020stagpression** analizan el impacto financiero y económico de la pandemia COVID-19 mediante un modelo que ayuda a comprender los patrones espaciotemporales de ocurrencia de la enfermedad tipo COVID-19 y sus implicaciones y relevancia para los mercados financieros. El artículo presenta un enfoque geométrico multidimensional novedoso y el concepto de estancamiento bajo el escenario de una epidemia.

**ashraf2020economic** estudian el impacto del COVID-19 en las inversiones de renta variable islámicas debido a que registraron un mejor desempeño en relación con sus contrapartes convencionales. Atribuyen sus resultados al riguroso manejo de estas inversiones y a los posibles beneficios de las coberturas ejercidas. Sus resultados muestran que las inversiones de renta variable islámicas proporcionan beneficios de cobertura durante la caída del mercado.

### 3. Datos y aspectos metodológicos

La series del Índice de Precios y Cotizaciones (IPC) de la Bolsa Mexicana de Valores, del tipo de cambio peso-dólar (MXUS) y de la Tasa de Interés Interbancaria de Equilibrio a un día (TIIE1d) se obtuvieron de la página web del Banco de México<sup>1</sup>; los precios del petróleo West Texas Intermediate (WTI) se obtuvieron de la página web de la US Energy Information Administration<sup>2</sup> (EIA). Las observaciones son diarias y corresponden al periodo del 29 de noviembre de 2019 al 30 de junio de 2020.

En la figura 1 se observan que el IPC inicio su caída a partir de fines de febrero, después de ubicarse en niveles cercanos a los 46,000 puntos en una tendencia creciente desde de diciembre del año anterior. Un primer momento de esa caída se asocia con la caída del mercado bursátil estadounidense, el famoso lunes negro del nueve de marzo, el cual llevó al indicador bursátil mexicano a una pérdida de casi 8,000 puntos, al nivel mínimo de 32,964 al cierre del 23 de marzo de 2020 coincidente con lo que pasaba en la bolsa neoyorkina y en las principales plazas bursátiles del mundo como consecuencia del incremento de enfermos cde Covid-19 en Nueva York. A partir de entonces el indicador bursátil mexicano se ha mantenido de acuerdo con las tendencia mundiales en niveles que no lograron subir por arriba de las 36,000 unidades hasta el 29 de abril ubicándose desde entonces en valores cercanos a los 38,000 puntos.

La paridad cambiaria respecto del dólar detuvo su tendencia descendente observada desde principios de diciembre de 2019 que lo llevó al valor mínimo de 18.57 pesos por dólar el 14 de febrero cuando inicia un rápido ascenso, alcanzando el valor máximo de 25.11 unidades el 24 de marzo, después de lo cual se mantuvo flotando en torno a una paridad de 24 pesos hasta mediados de mayo, después de lo cual tuvo un descenso a niveles menores. Siguiendo la trayectoria de la tasa objetivo, establecida por el Banco de México, durante el periodo analizado la TIIE a un día sigue una trayectoria descendente que la lleva de 7.6% a inicios del último mes del año pasado hasta el mínimo de 5.04% el 29 de junio.

El descenso del precio del petróleo observado desde principios del año lleva al WTI de un máximo de 63.27 dólares por barril el seis de enero hasta un valor negativo, -36.98 dólares por barril, el 20 de abril, después de lo cual toma un tendencia ascendente. El comportamiento de los precios petroleros es relativamente fácil de entender dentro del contexto de la caída de demanda por el menor crecimiento de la economía mundial esperado para 2020, la guerra de precios con Rusia iniciada por Arabia Saudita a principios de marzo y el deterioro de las expectativas sobre los impactos económicos de la pandemia de Covid-19 las cuales, por ejemplo, como lo muestran **dietrich2020news** para el caso de Estados Unidos, se deterioraron notablemente durante marzo a tal grado que en las tres últimas semanas de ese mes se incrementó en 15% la caída esperada en el producto.

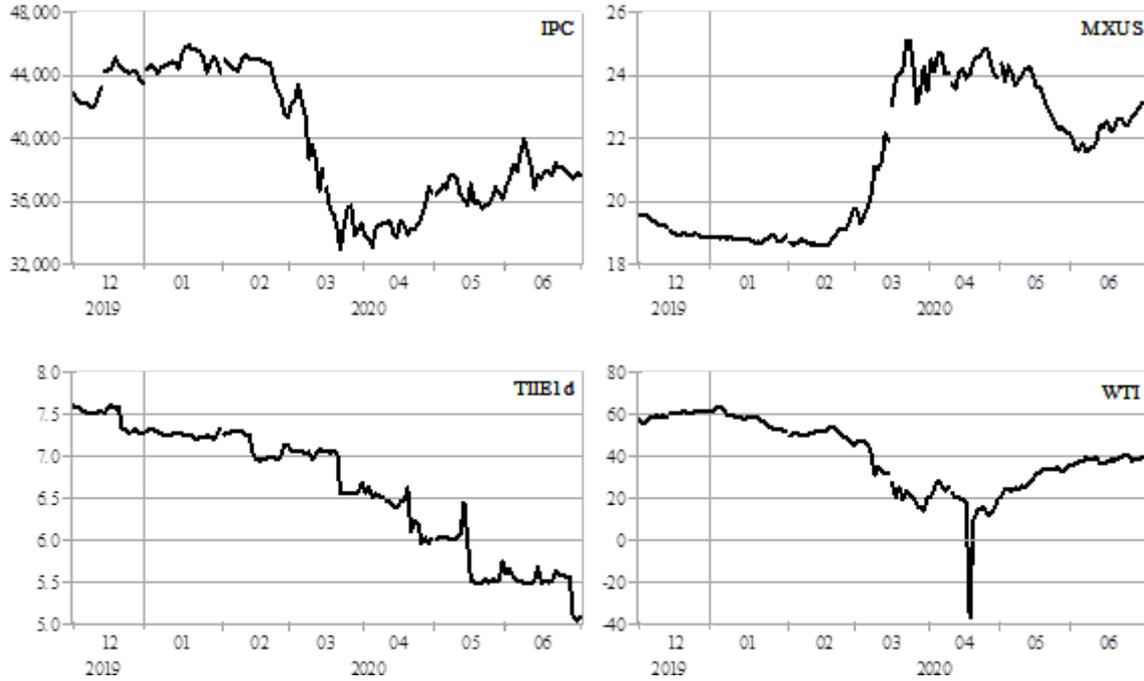
---

<sup>1</sup><https://www.banxico.org.mx/>

<sup>2</sup><https://www.eia.gov/>

**Figura 1**

*IPC, tipo de cambio, tasa de interés interbancaria y precio del petróleo: 29/11/2019 – 30/06/2020*



**shin2011modelling** reconocen que la no linealidad está presente en muchas variables y procesos en el nivel macroeconómico, argumentando que en gran medida la agenda de investigación sobre la no estacionariedad y la no linealidad refleja la preocupación de que el supuesto de ajuste lineal en los modelos económicos pudiese ser demasiado restrictivo para una gama amplia de situaciones de interés para el análisis económico, en particular cuando hay costos de transacción que no se pueden ignorar y cuando hay intervenciones de política en la muestra bajo estudio.

Uno de los resultados de la no linealidad es la falta de simetría que produce, como consecuencia, efectos diferenciados para diferentes periodos o niveles de la(s) variable(s) independiente(s) o respuestas diferenciadas de la variable dependiente ante cambios en la dirección de la trayectoria temporal de la(s) variable(s) independiente(s). Por tal motivo, **shin2011modelling** proponen un marco de análisis dinámico no lineal, sencillo y flexible, para modelar de manera coherente y simultánea las posibles asimetrías que pueden encontrarse en la relación subyacente de largo plazo, así como en los patrones de la dinámica del ajuste. La base de su enfoque es el proceso no lineal autorregresivo de rezagos distribuidos (NARDL), cuya especificación general  $NARDL(p, q)$  es

$$y_t = \sum_{j=1}^p \phi_{j*} y_{t-j} + \sum_{j=0}^q \left( \theta_{j*}^+ x_{t-j}^+ + \theta_{j*}^- x_{t-j}^- \right) + \varepsilon_t \quad (1)$$

$x_t \in \mathbb{R}^k$ ,  $x_t^+ := \sum_{j=1}^t \Delta x_j^+$ ,  $x_t^- := \sum_{j=1}^t \Delta x_j^-$ ,  $\Delta x_t^+ := \max[0, \Delta x_t]$  y  $\Delta x_t^- := \min[0, \Delta x_t]$ ;  $\Delta x_t$  es un proceso estacionario. Este proceso puede especificarse también como un mecanismo de corrección del error:

$$\Delta y_t = \rho_* y_{t-1} + \theta_*^+ x_{t-1}^+ + \theta_*^- x_{t-1}^- + \gamma_* + \sum_{j=1}^{p-1} \varphi_{j*} \Delta y_{t-j} + \sum_{j=0}^{q-1} \left( \pi_{j*}^+ \Delta x_{t-j}^+ + \pi_{j*}^- \Delta x_{t-j}^- \right) + \xi_t \quad (2)$$

Cuando el proceso está cointegrado con  $(x_t^+, x_t^-)'$ , (2) se puede reformular como:

$$\Delta y_t = \rho_* u_{t-1} + \gamma_* + \sum_{j=1}^{p-1} \varphi_{j*} \Delta y_{t-j} + \sum_{j=0}^{q-1} (\pi_{j*}^+ \Delta x_{t-j}^+ + \pi_{j*}^- \Delta x_{t-j}^-) + \xi_t \quad (3)$$

$u_{t-1} = y_{t-1} - \beta_*^+ x_{t-1}^+ - \beta_*^- x_{t-1}^-$  es el vector cointegrante, proceso estacionario que puede estar correlacionado con  $\Delta x_t$ ;  $\beta_*^+ := -(\theta_*^+ / \rho_*)$  y  $\beta_*^- := -(\theta_*^- / \rho_*)$ .

#### 4. Análisis de los datos

En el cuadro 1 se muestran los resultados de las pruebas de estacionariedad de Dickey y Fuller que sugieren que las variables bajo análisis no son estacionarias en sus niveles, pero sí lo son sus primeras diferencias. En conclusión, se puede estimar el modelo NARDL toda vez que ninguna variable es integrada de orden 2.

##### Cuadro 1

###### Pruebas de raíces unitarias (ADF)

	Sin términos deterministas		Constante		Constante y tendencia	
<i>Niveles</i>						
IPC	-0.7201	0.4032	-1.0499	0.7342	-1.391	0.8598
MXUS	0.8176	0.8873	-0.8348	0.8058	-1.2861	0.8873
TIE1D	-1.8758	0.0581	-0.1886	0.936	-3.1708	0.0945
WTI	-0.9709	0.2953	-1.4426	0.5598	-1.3802	0.8628
<i>1a diferencia</i>						
IPC	-12.0285	< 0.01	-12.0148	< 0.01	-11.9731	< 0.01
MXUS	-11.7924	< 0.01	-11.8178	< 0.01	-11.7759	< 0.01
TIE1D	-13.0009	< 0.01	-9.9383	< 0.01	-9.9767	< 0.01
WTI	-12.1704	< 0.01	-9.506	< 0.01	-9.5253	< 0.01

En el cuadro 2 se observa que en el periodo analizado existe una relación asimétrica entre el indicador bursátil mexicano y los cambios en la paridad peso-dólar, los cambios negativos de la paridad no tienen efecto significativo, en tanto que sí lo tienen los cambios positivos contemporáneo y rezagado un periodo. Algo similar se encuentra en relación con la tasa de interés a un día, aunque con menores niveles de significancia. Es interesante observar que en el caso de los precios del petróleo los cambios negativos no influyen en tanto que los de signo positivo sí, aunque débilmente (10% de significancia marginal). Como lo indican las pruebas correspondientes, los residuos del modelo no sufren problemas de autocorrelación (Ljungo-Box y Breusch-Godfrey) y heteroscedasticidad (Breusch-Pagan-Godfrey) ni ausencia de normalidad (Jarque-Bera)

En el cuadro 3 se presenta el modelo del mecanismo de corrección del error durante el periodo analizado, observándose que los cambios positivos de la paridad cambiaria y de la tasa de interés a un día tienen efectos significativos, fuerte y débil respectivamente, en los cambios del indicador bursátil. En la relación cointegrante se confirman los efectos significativos del tipo de cambio, siendo de importancia

**Cuadro 2**

*Modelo ARDL estimado*

Constante	9795.911	***
IPC <sub>t-1</sub>	0.7773	***
MXUS(-) <sub>t</sub>	-148.9474	
MXUS(+) <sub>t</sub>	-1954.529	***
MXUS(+) <sub>t-1</sub>	1676.338	***
WTI(-) <sub>t</sub>	4.3314	
WTI(+) <sub>t</sub>	13.1416	*
TIIE1d(+) <sub>t</sub>	-1845.477	*
TIIE1d(+) <sub>t-1</sub>	1911.211	**
R2	0.9847	
Log likelihood	-1095.469	
F	1081.083	***
Ljung-Box Q(1)	0.931	
Ljung-Box Q(5)	0.243	
Ljung-Box Q(10)	0.449	
Breusch-Godfrey(1)	0.01	
Breusch-Pagan-Godfrey	0.1607	
Jarque-Bera	0.1156	

**Cuadro 3**

*ECM y ecuación cointegrante*

Constante	9795.911	***
Δ MXUS(+) <sub>t</sub>	-1954.529	***
Δ TIIE1d(+) <sub>t</sub>	-1845.477	*
ρ	-0.222662	***
Ecuación cointegrante		
MXUS(-) <sub>t-1</sub>	-668.9395	
MXUS(+) <sub>t-1</sub>	-1249.389	***
WTI(-) <sub>t-1</sub>	19.45273	
WTI(+) <sub>t-1</sub>	59.02054	**
TIIE1d(+) <sub>t-1</sub>	295.2191	
H <sub>0</sub> : = 0	-5.5722	***
H <sub>a</sub> : < 0		
H <sub>0</sub> : ρ = θ <sup>+</sup> = θ <sup>-</sup> = 0	4.9888	***

$$\theta^+ = \sum_{j=0}^q \theta_j^+, \theta^- = \sum_{j=0}^q \theta_j^-$$

también los cambios positivos de las cotizaciones petroleras. Cabe destacar que la magnitud del parámetro del ajuste de la dinámica bursátil a la relación cointegrante sugiere que, en alrededor de cinco días,

una semana de operación bursátil, se corregían durante el periodo estudiado las desviaciones en torno a esa relación. Como se observa también en dicho cuadro, las pruebas correspondientes detectan que el proceso cointegrante y dicho parámetro de ajuste son altamente significativos.

## 5. Conclusiones

Aunque a la fecha de este análisis no ha concluido la emergencia sanitaria producida por la pandemia en México, es posible empezar a evaluar algunos aspectos relacionados con las consecuencias que ha tenido para la economía de nuestro país. Basándose en un modelo ARDL no lineal (NARDL) y el mecanismo de corrección de errores equivalente en términos de información, este trabajo ha encontrado evidencia de cómo ha sido la relación entre el indicador bursátil más tradicional y variables de gran relevancia como lo son el tipo de cambio, los precios internacionales del petróleo y la tasa de interés interbancaria de equilibrio.

La fuerte alza del tipo de cambio ocurrida en marzo, que mantuvo un peso muy depreciado hasta el nivel máximo alcanzado durante abril, se refleja evidentemente en el hecho de que el índice de la Bolsa Mexicana de Valores no haya regresado a los niveles que tenía hasta antes de la caída después de la caída ocurrida en marzo, aunque cabe destacar que existe una tendencia de recuperación y que de acuerdo con las estimaciones presentadas el fortalecimiento del peso podría infundir expectativas de crecimiento económico futuro que se traduzcan en un nivel más alto de los precios accionarios.

En cuanto a los precios petroleros se puede explicar el signo positivo observado en su relación con el indicador bursátil porque éste se ha movido en la misma dirección durante el periodo analizado, naturalmente salvo por el movimiento de caída brusca que llevó a terreno negativo el precio del energético. Una implicación importante de esta relación es que las expectativas sobre el desempeño económico mundial reflejadas en el precio petrolero se reflejan en el comportamiento del mercado bursátil mexicano, por lo que cabe esperar que el fortalecimiento de la demanda mundial, conforme se avance en el proceso de desconfiamiento de los consumidores y por ende de la fuerza laboral, podrá reflejarse en mejores expectativas para las empresas listadas en el mercado accionario mexicano. Es indispensable estudiar también cuánto de la caída del precio del petróleo se podría atribuir a la guerra de precios iniciada por Arabia Saudita, pues éste fue sin duda alguna un elemento clave en el derrumbe de la cotización del principal energético empleado en el mundo.

Un papel importante en relación con las expectativas de las ganancias empresariales es el de la tasa de interés. Se observa la presencia de efectos positivos al mismo tiempo que efectos negativos, significativos en ambos casos; si bien una tasa a la baja debe contribuir de manera directa a la mejora de las expectativas y la consecuente valorización de los activos financieros, la presencia de efectos negativos para el indicador bursátil obliga a preguntarse sobre la oportunidad con que se han decretado las bajas de la tasa de interés por la autoridad monetaria, es decir: ¿podría haber bajado un poco más para contribuir a que las expectativas sobre la recuperación de nuestra economía fuesen mejores como lo han señalado incluso algunos miembros de la Junta de Gobierno de Banxico? Naturalmente esto es una pregunta abierta al debate y por lo tanto a la investigación.

Además de las consideraciones sobre el papel del gobierno en los diferentes órdenes (federal, estatal y municipal) y de la autoridad monetaria autónoma para la recuperación de la economía, es importante continuar estudiando cómo han respondido las economías del mundo al colapso inducido por el cierre de muchas de las actividades económicas, de esa forma se podrían plantear propuestas para alcanzar pronto

esa recuperación. También es de importancia considerar de manera más detallada los efectos de la crisis sobre el desempeño de las empresas en la medida en que esa agenda de investigación permita obtener aprendizajes valiosos para que la actividad económica pueda recobrar a la brevedad posible una dinámica correspondiente a una condición normal.