
UNA NOTA SOBRE COMPLEJIDAD, TEORÍA ECONÓMICA Y ANÁLISIS CUANTITATIVO

Hugo Balacco

FCE UNCuyo

En colaboración con Mariángel Ghilardi

FCE UNCuyo

JUNIO 2015

I. INTRODUCCION

Las limitaciones de la econometría se originan en gran parte en la incompletitud de las teorías económicas.

*Marchionni, Mariana
(2005).*

Tal cual señala Navarro (2005), a partir de los años setenta del siglo pasado paralelamente a la aparición de nuevas metodologías en el campo de la econometría, alternativas al programa de la Cowles Commission, también se genera un escepticismo en torno a la utilidad del análisis econométrico, tanto en el ámbito académico, como así también en las posibilidades de aportar información relevante para los fines de la política económica.

Los criterios reduccionistas propios de la teoría económica, que han servido de base para las modelizaciones econométricas, como así también el uso exagerado del supuesto de linealidad, pueden considerarse, tal vez, como las fuentes más relevantes que han generado las dudas entre muchos economistas académicos o no, sobre la verdadera importancia o utilidad última de la econometría como herramienta de investigación empírica, sobre todo frente a los nuevos paradigmas de complejidad, no linealidad y caos.

Por otra parte, y en términos muy generales, si bien es cierto que este escepticismo puede plantearse en casi todos los campos de su aplicación, ha surgido, básicamente en un contexto de modelos macroeconómicos que utilizan datos ordenados en series temporales. En el caso de modelizaciones que se refieren a subespacios de la economía o de la sociedad, sobre todo que se nutren de información de corte transversal, deberían ser objeto de consideraciones especiales o tratamiento específico, sin abandonar el paradigma de la complejidad.

El objetivo de este trabajo es una aproximación al análisis de estas limitaciones puntualizando el hecho de que si bien la no linealidad puede considerarse como una consecuencia de la complejidad, este paradigma es mucho más amplio que el concepto de no linealidad.

De esta manera, se exponen brevemente tópicos relacionados con los criterios reduccionistas de construcción de la teoría económica, como así también la denominada fisiquización y sofisticación de dicha teoría. La referencia a ciertos postulados de la escuela austríaca resulta interesante, desde que varios autores, Saura Bacaicoa y Rodríguez García Brazales (2003), encuentran en esta escuela

antecedentes de los nuevos paradigmas de complejidad y no linealidad.

Por último, el trabajo concluye con un ejemplo ilustrativo, con pretensiones metodológicas utilizando modelos “naive” de tipo autorregresivos y dos indicadores financieros Merval y Dow Jones, con la finalidad de investigar no normalidad y no linealidad, a pesar de que los ajustes lineales de estos modelos satisfacerían criterios convencionales de evaluación siguiendo la metodología de Box-Jenkins.

II. ALGUNAS REFLEXIONES SOBRE TEORIA ECONOMICA, Y COMPLEJIDAD

1. Reduccionismo y simplificación

La especialización estrecha, impermeable a toda sugestión exterior, es una fuente de errores frecuentemente denunciada... Esto no es tan grave mientras nos mantengamos en el plano morfológico... Esta compartimentación perjudica mucho más las tentativas de explicación que se limitan exclusivamente al campo elegido.

Marcel, Maget (1953)

El reduccionismo, esto es, el objetivo de toda disciplina de convertirse en un conocimiento autónomo (“ciencia”), ha constituido una aspiración característica en la mayoría de los campos del denominado quehacer científico, y por lo tanto ha incluido a las ciencias sociales, y por supuesto a la teoría económica. Esto es, consagrar un conocimiento que descubre “leyes” y patrones de comportamiento en la fenomenología que le es propia, de tal forma que sería posible describir fenómenos, explicarlos, medirlos, manipularlos, cuantificarlos y en lo posible predecirlos.

Relacionado íntimamente con el párrafo precedente, está presente la idea de los postulados protocolares de la física clásica en términos de un modelo de razonamiento y formalización muy próximo al vigente en las ciencias naturales con las connotaciones de racionalidad e ideal de simplificación dentro del paradigma de científicidad Newtoriana-Cartesiana ó método Cartesiano-Euclidiano.¹

Consecuencia propia de este paradigma, sobresale una especie de encadenamiento universal, a través, básicamente de relaciones “causales” lineales, donde los efectos son proporcionales a las causas. Estas relaciones, se presentan en la mayoría de los casos, como relativamente fijas, invariantes, con un alto grado de persistencia en el tiempo.

Haciendo propios estos supuestos, las ciencias sociales, entre ellas la economía, llevaron a cabo una serie de simplificaciones para delimitar sus objetivos y acentuar o potenciar su poder explicativo en un contexto de “ciencia normal”.

En otras palabras, la idea predominante de ciencia verdadera, llevó a las ciencias sociales, y por ende a la economía a estructurarse en función de una serie de particiones, en la búsqueda de áreas autónomas de producción de conocimiento, como una posibilidad de control y manejo posible de los fenómenos pertinentes, sentando el precedente de la fragmentación y la especialización.

Lo que esencialmente se puntualiza es el hecho de que si bien la abstracción es imprescindible para la construcción de una disciplina o ciencia, resulta también importante tener presente un principio básico que impone la necesidad de volver al contexto de donde se extraen los elementos específicos para la construcción del objeto de la disciplina de referencia. En el caso de la teoría económica, el fenómeno pertinente, como complejo, tal como se verá más adelante, está integrado por una gran cantidad de factores, muchos de ellos imposible de considerarlos, por su naturaleza, como “variable” de tipo convencional y por lo tanto no cuantificable. Por ej., aspectos políticos, sociales, culturales, institucionales, etc., por mencionar solo algunos.

De esta forma, el criterio reduccionista plantea serias limitaciones a la hora de modelizar sobre la base de restricciones a priori, con la finalidad de investigación empírica en el ámbito de referencia de estimación y valuación de modelos econométricos. En relación a este tema, Crespo (2007), cita a Morgensten (1964).²

“La abstracción sería culpable si pasara por alto algún rasgo fundamental de la realidad económica (...). Las simplificaciones radicales son admisibles en la ciencia siempre que no vayan en contra de la esencia de un problema dado”.

2. El modelo de las ciencias naturales

Lo importante, en mi opinión, es que las ciencias del hombre dejen de querer imitar la imagen de las ciencias físicas que pretenden imponer ciertas reconstrucciones particulares.

Kaplan, Abraham

Lo trágico fue que, antes de la proliferación de los sabios ciegos e idiotas, hubo auténticos pensadores que habían iniciado una obra interesante como J. M. Keynes, Friedrich Hayek y el gran Benoit Mandelbrot, todos los cuales fueron desplazados porque alejaban la economía de la precisión de la física mediocre.

Taleb, N., N. (2013)

Tal como se indicó precedentemente, el modelo de las ciencias naturales constituyó un paradigma sobresaliente, digno de imitar por las ciencias sociales, incluida la economía, en la búsqueda del status científico. En relación a este tema, Husson (2003), expresa:³

“Los economistas.... Están guiados por un deseo de ciencia que obedece a la marcha expresada por el premio Nobel Maurice Allais: El prerrequisito de toda ciencia es la existencia de regularidades que pueden ser objeto de análisis y previsiones. Es el caso, p.e., de la mecánica celeste. Pero esto también es verdad para muchos fenómenos económicos. Los análisis profundizados revelan la existencias de regularidades tan sorprendentes como los que se encuentran en la ciencias físicas (...) me parece que en gran medida, las ciencias sociales, como las ciencias físicas, deben fundarse en la búsqueda de relaciones y de cantidades invariantes en el tiempo y en el espacio”.

El mismo autor, (Husson (2003)), señala que no constituyen el uso de la formulación matemática lo que es condenable, sino la fisiquización, que al incorporar en la teoría económica enunciados protocolares (proposiciones - comprobaciones), de la física (clásica), funciona como un filtro en relación al resto de las modelizaciones admisibles. En relación a este tema, Taleb (2013), expresa algo similar propio de este ámbito de referencia al referirse al criterio convencional de optimización racional inherente a la teoría económica ortodoxa⁴:

“No sería yo el primero en decir que esta optimización atrasó la ciencia social al reducirla de la disciplina intelectual y reflexiva en que se estaba convirtiendo en un intento de constituirse en “ciencia exacta”. Por “ciencia exacta” entiendo un problema de ingeniería mediocre para aquellos que quieren simular que están en el Departamento de Física: la llamada envidia a la física. En otras palabras, un fraude intelectual”.

En términos generales puede afirmarse que el notorio desarrollo de la física, sobre todo en el campo teórico, despertó el interés de ser considerada como modelo a imitar no sólo por la economía sino

también por otros campos del quehacer científico como la sociología y la neurología, entre otros.

En otras palabras se intentó profundizar el criterio de legitimidad del conocimiento de lo económico, en cuanto a disciplina, en su supuesta cercanía al concepto de “verdad” semejante al de las ciencias naturales y exactas.

3. Modelización y sofisticación teórica

Si eres investigador tendrás que publicar artículos intrascendentes en publicaciones “de prestigio”, para que los demás te saluden de vez en cuando al encontrártelos en seminarios y conferencias.

Taleb, Nicolas, Nassin (2013)

Existe entre muchos economistas la idea que en materia de modelización axiomática a priori, se ha ido muy lejos en materia de sofisticación en muchos casos, tal vez en la mayoría de ellos, se trataría de modelos matemáticos no verificables empíricamente en forma directa.

Tal como puntualiza Navarro (2005), si solo se dirige el esfuerzo a teorizar sin un análisis paralelo de los hechos, se puede llegar a un nivel de abstracción de la realidad que hace que los modelos sean similares a los problemas abstractos de ajedrez que ni siquiera son útiles para ganar partidos de ajedrez. También destaca el autor que ni los físicos llegan a un nivel similar de abstracción.⁵

Husson (2003), también destaca que los criterios de excelencia interno de la disciplina valorizan la sofisticación extrema de las modelizaciones respectivas, de forma tal que la comunidad económica científica se apasiona en forma exagerada por la elegancia formal de los modelos.⁶

Shubik, citado por Taleb (2013), sostiene que el grado de abstracción excesiva de estos modelos de teoría económica, unos pasos más allá de la necesidad, en relación a su valor conceptual y a sus posibilidades de verificación empírica, los hace completamente inútiles.⁷

Por último, relacionado de alguna forma con este tema, es importante destacar las reflexiones de Wooldridge (2004), haciendo hincapié en las últimas tendencias que se han ido desplazando desde la modelización econométrica con comprobación empírica hacia modelizaciones teóricas exclusivamente⁸:

“Something that caught my eye in the article was the droop in the number of papers surveyed in the 1990’s (137)

compare with the 1980s (182). Some of this could be due to a shift at the AER toward theoretical papers, but I wonder if part of it is due to a drift toward nonlinear models”.

III. COMPLEJIDAD Y NO LINEALIDAD

En un “mundo” caracterizado por relaciones no lineales y o caóticas, todo tiene que ver con todo. La abstracción es el principal instrumento que poseen los economistas en su deseo de otorgar a la economía el statu de “ciencia normal”.

Dado que la concepción de la complejidad, en una determinada fenomenología, puede caracterizarse por la presencia de múltiples componentes interactuando entre sí, una primera aproximación al estudio de los fenómenos complejos presenta un conjunto de características que conforman un bloque que algunos autores llaman ciencia de la no linealidad.⁹

Por otra parte, el enfoque no lineal tiene antecedentes bien conocidos en la historia económica, p.e., el análisis de desequilibrios no lineales, Kaldor (1940), Goodwing (1951), Hicks (1950). En este ámbito de referencia, los desequilibrios observados se debían, generalmente, a fallas de mercado por lo cual era necesario darles un carácter determinístico e incluirlos en los modelos.

A pesar de que el paradigma de la complejidad no se agota en la incorporación de la no linealidad en modelos económicos y/o econométricos; y que como ya se indicó, la no linealidad en el análisis económico ya estaba presente con anterioridad al surgimiento de este nuevo paradigma, es necesario puntualizar que la no linealidad aparece, actualmente, asociada a los conceptos de complejidad y caos.

Además, una idea bastante aproximada al concepto relevante de complejidad inherente a la economía es la expuesta por Navarro (2005), sobre la base de consideraciones pertenecientes a la London School of Economics (LSE), al referirse al proceso generado de datos (PGD), como un mecanismo que genera información y que es “complicado, interdependiente, dinámico, estocástico, multidimensional y no lineal”, por lo que es necesario modelarlo siguiendo estas características.¹⁰

En otras palabras, es muy difícil que la teoría económica pueda darnos un modelo categórico y definitivo, “verdadero”, que represente un problema específico para ser estimado con metodología econométrica.

Por último, Campanario (2011), destaca el hecho económico dentro de una fenomenología ultracompleja que debe ser analizado desde diversos ángulos y metodologías, dejando de lado pretensiones axiomáticas. Por ello concluye con una cita de Heyman D.:¹¹

“La cuestión relevante es la del ‘rango de validez’, probablemente los economistas tengamos que usar métodos y teorías distintas ..., como la Física (no clásica) para abordar diferentes problemas, ... si tengo que jugar, diría que vamos a una ciencia social, con herramientas matemáticas, si, pero de ninguna manera como una disciplina axiomática”.

IV. EL PUNTO DE VISTA DE LA ESCUELA AUSTRÍACA

No hay nada nuevo bajo el sol, o... para novedad, los clásicos

En la actualidad, la relación entre complejidad, no linealidad y pensamiento de la escuela austríaca ha sido motivo de reconsideración, Saura Bacaicoa y Rodríguez García -Brazales (2003). La idea central destaca que, aunque los autores austríacos no formularon axiomáticamente la dinámica no lineal; en cierta forma, al referirse a la complejidad, o más bien al tratamiento de los fenómenos complejos, se podrían encontrar criterios, sobre todo en Mises y Hayek, muy similares a la conceptualización de la dinámica no lineal como se presenta en la actualidad.

Por otra parte, es importante destacar que estas similitudes, exceden el análisis de las limitaciones de los métodos cuantitativos en economía, frente al hecho de considerar el fenómeno económico como complejo, sino que abarcaría otros aspectos cuyo tratamiento está fuera del objetivo de este trabajo, como serían los temas relacionados con la denominada dependencia de la trayectoria, propiedad de autoorganización, órdenes emergentes, etc.

Además, sólo se hará referencia a las ideas, en forma muy sucinta, de dos autores, tal vez los más destacados de dicha escuela, Ludwig Von Mises y Friederich A. Hayek. Ambos, a la vez que sentaron los fundamentos básicos de los aspectos característicos de la escuela, fueron los maestros directos de la primera generación de teóricos austríacos de origen norteamericano, entre ellos, Israel Kizner y Murray N. Rothbard.

En este contexto, resulta relevante destacar que en la obra de Von Mises, “The Ultimate Foundation of Economic Science” (1962), este autor anticipa la complejidad del fenómeno económico con criterio muy categórico en relación con la idea de la fisiquización de las ciencias sociales o la aplicación del método de las ciencias naturales. En relación a este tema, se destaca entre, muchas observaciones de la misma naturaleza, un párrafo de la obra mencionada:¹²

“Es un pasatiempo gratuito aplicar a la descripción del comportamiento humano los mismos métodos que aplican las ciencias naturales... Los mismos hechos externos producen diferentes reacciones en diferentes hombres, y en los mismos hombres en diferentes épocas. Las ciencias naturales son impotentes al enfrentar esta “irregularidad”. Sus métodos son adecuados sólo para tratar sólo hechos gobernados por un patrón regular. Además, no caben en ellas los conceptos de significado, valuación, ni fines”.

Hayek, es el representante de la mencionada escuela que sobresale en el tratamiento de la complejidad. Este autor reconoce que la discusión del método científico ha estado tradicionalmente asociada al ejemplo de la física clásica debido a su elevado grado de desarrollo, dando lugar a procesos de imitación de su método por el resto de las ciencias.

El problema metodológico fundamental se presenta cuando se quiere aplicar este método a ciencias y disciplinas cuyo campo de análisis no se ajuste a la física teórica.

En relación a este tema, Hayek, “Degree of explanation” (1955), afirma en forma categórica, que en el campo de la física donde el número de diferentes tipos interconectados entre sí es suficientemente pequeño, es posible estudiar estos fenómenos como un sistema cerrado, pero este no sería el caso de las ciencias sociales en las que el número de factores determinantes o argumentos es muy grande y significativamente interdependientes, y sólo una parte de ellos es observable en la práctica.

No menos relevante, resultan las afirmaciones de este autor en el trabajo de su autoría, “La teoría de los fenómenos complejos”, de 1964, cuando expresa¹³:

“El hecho principal seguirá siendo, a pesar de nuestro conocimiento como funciona la mente humana, que no podemos ser capaces de establecer el conjunto completo de hechos particulares que llevaron al individuo a hacer algo especial en un momento particular”.

En forma más o menos similar, otra afirmación del autor, dentro de esta misma temática, resulta sumamente ilustrativa:¹⁴

“Así, el avance de la ciencia tendrá que desarrollarse en dos direcciones diferentes: aunque es ciertamente deseable hacer nuestras teorías tan testeables como sea posible, debemos también avanzar y presionar en campos donde, tal como dijimos, el grado de verificación empírica necesariamente decrece. Este es el precio que tenemos que pagar por el avance en el campo de los fenómenos complejos”.

En otras palabras, en el campo de los fenómenos económicos el número de factores determinantes es un elemento clave en la configuración compleja del conjunto. De esta forma, las denominadas variables endógenas de los modelos econométricos convencionales, dependen de un número considerable de circunstancias concretas imposible de identificarlas a todas y/o cuantificarlas, por lo que el ideal de predicción y control se torna casi imposible, como también lo es, la “ilusoria esperanza” de poder descubrir mediante la observación conexiones regulares constantes, en cierto lapso de tiempo, entre los eventos individuales.

Además, la emergencia de nuevas pautas, como consecuencia de un incremento de los elementos constitutivos del sistema, define nuevas estructuras en las cuales el todo no es la mera suma de las partes, lo que incrementa la complejidad.

Por lo tanto, es importante destacar, siguiendo al autor, que quienes trabajan en las ciencias sociales, no han tenido éxito donde la física clásica sí lo ha tenido, esto es, descubrir relaciones simples entre observaciones correspondiente a pocas variables. En la actualidad este enfoque sobre la complejidad de la economía coincide plenamente con el correspondiente a tratadistas que orienten sus investigaciones teóricas y empíricas en el contexto de la no linealidad y la dinámica caótica.

V. EVIDENCIA EMPÍRICA DE NO LINEALIDAD. UN EJEMPLO ILUSTRATIVO

Si oímos que un “promitente economista emplea la palabra equilibrio, o la expresión distribución normal, no

discutamos con él; limitemosno a ignorarle, o intentemos colarle un ratón debajo de la camisa.

Taleb, Nicolas, Nassin (2013)

El ejemplo expuesto en este punto en el ámbito de referencia de series temporales financieras no pretende constituirse de ninguna manera en un test o comprobación de la hipótesis de mercados eficientes (HME), sino simplemente en un ejemplo ilustrativo que pone de manifiesto la aparición de no linealidades cuando se investiga con más detenimiento la información contenida en residuos correspondientes a modelos lineales.¹⁵

Tal cual se indicó en la introducción, la investigación empírica se desarrolló sobre la base del índice Merval (Argentina), y DOW JONES (Estados Unidos de Norteamérica), utilizando en ambos casos 1569 observaciones diarias que cubrieron el período comprendido desde junio de 1995 hasta octubre del 2000.

Previo al análisis de normalidad y no linealidad, los datos fueron filtrados por modelos lineales de tipo AR (p). Se utilizó la metodología aconsejada por Box-Jenkins (1970) para la identificación de estos modelos; y en un entorno próximo a lo sugerido por esta metodología, los criterios de información de Akaike y de Schwarz, definieron las representaciones finales.

En el caso del índice Merval, el modelo seleccionado fue un AR(2) con intercepto; y para el DOW JONES, el modelo resultante fue un AR (1) con intercepto y tendencia. En síntesis, los modelos de referencia fueron los siguientes:

$$M_t = \phi_0 + \phi_1 M_{t-1} + \phi_2 M_{t-2} + \eta_t,$$

$$DJ_t = \phi_0 + \phi_1 DJ_{t-1} + \phi_2 t + \eta_t,$$

donde M es Merval, DJ es DOW JONES, t es la tendencia y η la perturbación estocástica.

Los modelos ajustados logran el preblanqueo de las series respectivas, de acuerdo con las estadísticas de Durbin Watson y Ljung Box. En el caso de los residuos correspondientes al índice Merval, la hipótesis nula de ruido blanco se acepta a un nivel de significación del cinco por ciento; mientras que para los residuos correspondientes al índice DOW JONES, el nivel de significación requerido, para la aceptación de dicha hipótesis corresponde al uno por ciento. Para las series de referencia, las consideraciones precedentes corresponden a

la estadística de Ljung-Box, tomando correlaciones que incluyen hasta el rezago número cuarenta (Q(40)). Los resultados de los ajustes no se exponen por razones de espacio, desde que excederían el objetivo de este estudio.

Lo relevante, dada la finalidad de este trabajo lo constituye el análisis de los residuos correspondientes a estos modelos, y que abarca una exploración de normalidad y posteriormente de no linealidad utilizando el test BDS (W. A. Brock, W. Dechert and J. Scheinkman (1987)). Los residuos de referencia resultaron estacionarios según el test ampliado de Dickey - Fuller con los valores críticos de Davinson y Mackinon.

a) Normalidad

Los gráficos N° 1 y N° 2 muestran la distribución de los residuos correspondientes a los modelos autorregresivos seleccionados en la sección precedente.

Gráfico N° 1

Análisis estadístico básico sobre los residuos del Modelo Autorregresivo correspondiente al índice Merval

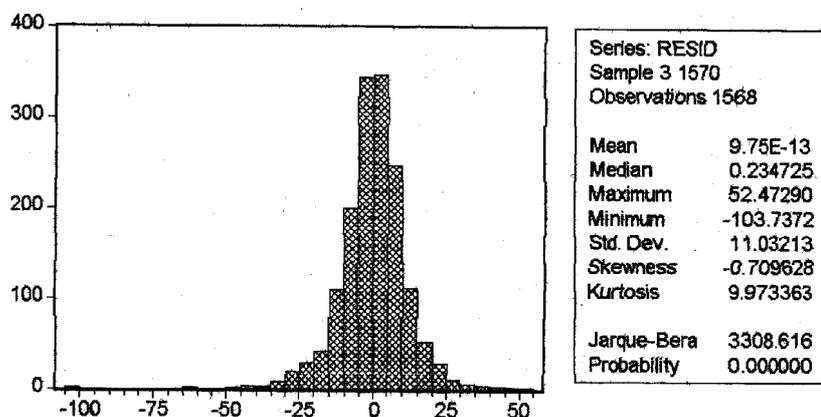
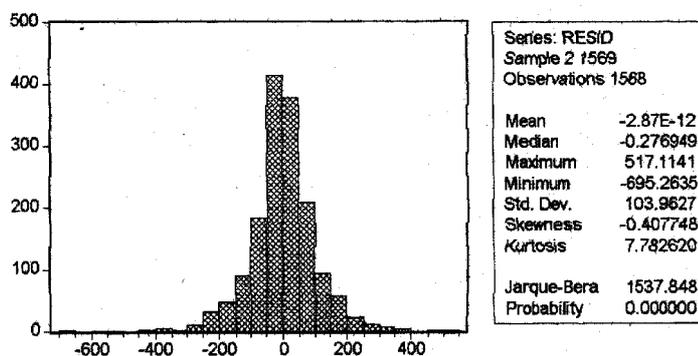


Gráfico N° 2

Análisis estadístico básico sobre residuos del Modelo Autoregresivo correspondiente al índice DOW JONES



Puede observarse que para el período examinado, los datos analizados permiten rechazar en forma inequívoca la hipótesis nula de normalidad. En efecto, la estadística Jarque-Bera alcanza un valor igual a 3.308,616 para el índice Merval con probabilidad igual a cero; mientras que para el índice DOW JONES, el valor de dicha estadística fue de 1.537,848, también con probabilidad igual a cero.

La exacta naturaleza de la existencia de leptocurtosis, cola pesada y poca dispersión ("pico alto"), de la distribución de los cambios de precios, ha sido debatida ampliamente, sobre todo en el contexto de evidencia empírica de la teoría de camino aleatorio. La explicación más aceptada, de la existencia de leptocurtosis es la que destaca que la información fluye a los mercados a "saltos", en forma discontinua, y no de una manera suave y continua; entonces, la distribución de los cambios de precios es leptocúrtica. Si la información llega al mercado de esta forma, no sería tenida en cuenta por el inversor, hasta que la tendencia se consolide. De esta forma, el inversor reaccionaría en forma acumulativa, incorporando información previamente ignorada. En otras palabras, los agentes económicos reaccionarían en forma no lineal.

b. No linealidad

Tal como se indicó precedentemente, el análisis tendiente a la detección de no linealidades se llevó a cabo utilizando el test BDS. Se llevaron a cabo cincuenta experimentos, sobre la base de la serie de residuos de referencia, tanto para el caso del índice Merval como para el DOW JONES. Los valores para la dimensión de correlación m seleccionados van de dos a seis, y los de ε corresponden al criterio establecido en el Soft BDS.¹⁶

Como puede observarse en el cuadro de la página 12, para el índice Merval, la hipótesis nula de procesos i.i.d., se rechaza en treinta y seis de los cincuenta experimentos a favor de la hipótesis alternativa de no linealidad (valores del test mayores a 1.96), mientras que para el índice DOW JONES, los resultados a favor de la hipótesis alternativa de no linealidad suman cuarenta, siguiendo el mismo criterio.

VI. CONSIDERACIONES FINALES

La econometría es una disciplina en virtud de la cual es posible mandar a matar al cartero porque trae malas noticias.

La estadística es como una malla bikini, todo lo que muestra es importante, pero oculta la parte esencial.

El objetivo básico de este trabajo ha sido la presentación de un marco conceptual, básico para fundamentar, en cierta forma, ciertas limitaciones del análisis econométrico y de los métodos cuantitativos en general en el contexto de la teoría económica convencional.

El hecho fundamental radica en aceptar el fenómeno económico como complejo, y por lo tanto, las dificultades que se presentan en la realidad para disponer de una teoría más completa que la que se ha venido disponiendo hasta ahora de cara a la modelización a priori y a la verificación empírica.

La no linealidad es parte importante de la complejidad, pero ésta constituye un paradigma mucho más amplio. De todos modos, la relevancia de la no linealidad aparece básicamente, de tipo conceptual, es decir, una forma adecuada de pensar la fenomenología económica, pero que a la hora de una modelización axiomática presentaría problemas similares a la modelización lineal.

Por último cabe señalar que el ejemplo presentado puede ser considerado como una posibilidad de indagar “después de la linealidad” y podría interpretarse como una alternativa interesante de análisis, en la medida que lo permitan los grados de libertad, que posibilitaría un punto de partida para continuar los estudios conceptuales e integrar aspectos sociales, jurídicos institucionales, etc. a la investigación económica convencional.

Resultados del Test BDS para residuos correspondientes a los Modelos
Autorregresivos de los índices Merval y Dow Jones
(aceptación de la hipótesis alternativa)

MERVAL		
ϵ	m	test BDS
0.001246	2	2,82
0.004747	2	5,63
0.009266	2	5,1
0.018085	2	4,33
0.035300	2	5,06
0.068900	2	6,53
0.134482	2	8,67
0.262488	2	9,58
0.002432	3	2,26
0.004747	3	3,86
0.009266	3	7,29
0.018085	3	5,62
0.035300	3	6,16
0.068900	3	7,74
0.134482	3	9,74
0.262488	3	13,07
0.002432	4	30,64
0.004747	4	2,24
0.009266	4	5,55
0.018085	4	6,9
0.035300	4	7,22
0.068900	4	8,65
0.134482	4	10,42
0.262488	4	13,58
0.009266	5	4
0.018085	5	7,25
0.035300	5	7,57
0.068900	5	9,02
0.134482	5	10,81
0.262488	5	13,38
0.009266	6	5,86
0.018085	6	6,53
0.035300	6	7,93
0.068900	6	9,37
0.134482	6	11,37
0.262488	6	13,06

DOW JONES		
ϵ	m	test BDS
0.001837	2	9,17
0.003449	2	10,34
0.006476	2	8,94
0.012158	2	8,97
0.022828	2	8,46
0.042860	2	8,64
0.080471	2	7,85
0.151088	2	7,16
0.283675	2	3,54
0.001837	3	27,03
0.003449	3	11,07
0.006476	3	17,29
0.012158	3	16,4
0.022828	3	16,1
0.042860	3	15,69
0.080471	3	12,57
0.151088	3	10,02
0.283675	3	5,64
0,001837	4	196,91
0,003449	4	21,07
0.006476	4	47,45
0.012158	4	30,09
0.022828	4	27,41
0.042860	4	23,06
0.080471	4	15,71
0.151088	4	11,31
0.283675	4	6,74
0.006476	5	116,63
0.012158	5	61,98
0.022828	5	48,48
0.042860	5	35,65
0.080471	5	19,81
0.151088	5	12,55
0.283675	5	7,03
0.006476	6	228,91
0.012158	6	136,88
0.022828	6	92,44
0.042860	6	57,67
0.080471	6	24,93
0.151088	6	13,68

VII. CITAS Y REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ESPINA PRIETO, M., Complejidad y Pensamiento Social, Facultad de Filosofía e Historia, Universidad de La Habana, mimeo, 2001, págs. 8 y 9.
2. CRESPO, R., F., *Cincuenta años de ideas sobre la ciencia económica y su método*, en Medio Siglo de Economía, AAE". TEMAS, Grupo ed. SRL (2007), pág. 75.
3. HUSSON, M., *¿Econometría o Ideología en Ecuaciones?*, Actuel Marx, N° 34, segundo semestre 2003, mimeo, trad. De Rossana Cortez, págs. 5-6.
4. TALEB, N., N., *El Cisne Negro*, ed. Paidos, 6ª reimpression (2013), pág. 264.
5. NAVARRO, A. M., *Reflexiones sobre el Estado Actual de la Metodología de la Econometría*, en Progresos en Econometría, AAEP (Asociación Argentina de Economía Política), 2005, pág. 9.
6. HUSSON, M., *op. cit.*, pág. 9.
7. TALEB, N., N., *op. cit.*, pág. 380. Además, en pág. 382 puede leerse: "La elegancia de las teorías muchas veces indica platonidad y debilidad: nos invita a buscar la elegancia por la elegancia".

En BOURDIEU, P., *El oficio del Sociólogo*, Siglo Veintiuno (2008), pág. 380, se exponen conceptos muy relacionados con esta temática:

"Pienso que nadie tiene ganas de ver el mundo social tal cual es; hay varias maneras de negarlo; está el arte, evidentemente... La negación (Verneinung) en el sentido de Freud es una forma de escapismo. Pero, ¿cómo huir de él siendo sociólogo? Hay gente que lo logra. Basta con escribir fórmulas matemáticas, hacer ejercicios de game-theory o simulaciones con su computadora. Para lograr ver y hablar del mundo tal cual es, hay que aceptar estar siempre en lo complicado, lo confuso, lo impuro, lo vago, etc., e ir así contra la idea de signo intelectual".

8. WOOLDRIDGE, J., M., *Statistical Significance is okay too: Comment on "Size Matters"*, The Journal of Socio-Economics 33 (2004), 577-579.

En relación a este tema, Taleb, N., N., *op. cit.*, expresa en la pág. 147:

"...el mundo es más no lineal de lo que pensamos, y de lo que a los científicos les gustaría pensar... Estas relaciones no lineales son muy frecuentes en la vida. Las lineales son la excepción; solo

nos centramos en ellas en las aulas y en los libros de texto porque son más fáciles de entender”.

9. SAURA BACAICOA, D., y RODRIGUEZ GARCIA-BRAZALES, A., *No Linealidad y Economía Austríaca*, mimeo (2003), págs. 180-185.
10. NAVARRO, A., M., *op. cit.*, pág. 21.
11. CAMPANARIO, D., *Cambios en la Teoría Económica: llega la era de la Complejidad*, Diario Clarín, 28/06/2011.
12. MISES, Von, L., *El Fundamento Último de la Ciencia Económica*, FCE - UNCuyo, 1976, pág. 31. (Título original del inglés: *The Ultimate Foundation of Economic Science An Essay on Method*, D. Von Nostrand, Co. Inc., Princeton New Jersey, 1962).
13. HAYEK, F., A., *La Teoría de los Fenómenos Complejos*, mimeo 1964, pág. 120.
14. *Ibidem*, pág. 110.
15. El ejemplo de referencia se encuentra en BALACCO, H.R., *Mercados Financieros. Análisis Estadístico y Evidencia Empírica*, Editorial Académica Española, 2011, cap. 3.
La idea central en que se sustenta este tipo de análisis es el modelo de martingala, que aunque formalmente presentado como el modelo de camino aleatorio es menos restrictivo que éste. Al respecto, se destaca lo señalado por Barnett y otros (1999), pág. 43:

“The martingale, however, is less restrictive than the random walk. In particular, la martingale difference requires only independence of the conditional expectation of price changes from the available information, as risk neutrality implies, whereas the (more restrictive) random walk model requires this and also independence involving the higher conditional moments (i.e., variance, skewness, and kurtosis) of the probability distribution of price changes. By not requiring probabilistic independence between successive price changes, the martingale difference model is entirely consistent with the fact that price changes, although uncorrelated, tend not to be independent over time but to have clusters of volatility and tranquility (i.e., dependence in the higher conditional moments) – a phenomenon originally noted for stock market prices by Mandelbrot (1963) and Fama (1965)”.

16. Los valores de dimensión de correlación m seleccionados de dos a seis pueden considerarse adecuados según la bibliografía existente sobre esta temática. En cuanto a los valores de ε , se obtuvieron sobre la base de la metodología correspondiente al Soft DBS que se utilizó para procesar la información y obtener los resultados que se exponen en este trabajo. Estos valores, alcanzan las sucesivas potencias, desde 0.20 hasta 2.00 (con incrementos de 0.20), de la mitad del cociente entre el desvío Standard y el rango de la serie correspondiente a los residuos de referencia. En el caso del Merval este cociente es de 0.0706: para el Dow Jones, el cociente es de 0.085724. En Barnett y otros, *op cit*, se puede encontrar una completa exposición sobre el test BDS basado en la función de correlación de Grassberger - Procaccia (1983).

VIII. BIBLIOGRAFIA

1. BARNETT, W., A., MEDIO, A., SERLETIS, A., *Non Linear complex dynamics in economics*, mimeo. 1999.
2. BOURDIEU, P., *El oficio del sociólogo*, ed. Siglo Veintiuno (2008).
3. CAMPANARIO, S., *Cambios en la teoría económica: llega la era de la complejidad*, Diario Clarín, 28/06/2011.
4. CRESPO, R. F., *Cincuenta años de ideas sobre la ciencia económica y su método*, en Medio Siglo de Economía, AAEP, TEMAS, Grupo ed. SRL (2007).
5. ESPINA PRIETO, M., *Complejidad y pensamiento social*, COMPLEXUS, Revista de Complejidad, Ciencia y Estética, La Habana, Cuba, mimeo, 2003.
6. GOODWIN, R.M., *The Non-linear Accelerator and the Persistence of Business Cycles*, *Econometrica*, 19(1), 1951.
7. HAYEK, F.A., *Degree of explanation*, mimeo, 1955.
8. HAYEK, F.A., *La teoría de los fenómenos complejos*, mimeo, 1955.
9. HICKS, J. R.A., *A Contribution to the Theory of the Trade Cycle*, Oxford: Oxford U. Press, 1950.

10. HUSSON, M., *Econometría o ideología en ecuaciones?*, mimeo, Actuel Marx N| 34, segundo semestre 2003.
11. KALDOR, N., *A Model of the Trade Cycles*. The Economic Journal, 50, 1940.
12. MISES, L.W., *El fundamento último de la ciencia económica*, mimeo, FCE - UNCuyo, 1976.
13. NAVARRO, A. M., *Reflexiones sobre el estado actual de la metodología en Econometría*, en Progresos en Econometría, AAEP, 2005.
14. SAURA BACAICOA, D. y RODRÍGUEZ GARCÍA-BRAZALES, A., *No linealidad y Economía Austríaca*, mimeo, 2003.
15. TALEB, N., N., *El cisne negro*, ed. Paidós 6ª. Reimpresión (2013).
16. WOOLDRIDGE, J., M., *Statistical Significance is okay too: Comment on "Size Matters"*, The Journal of Socio-Economics 33 (2004), 577-579.