

Problemas epistemológicos de la predicción en los modelos de Equilibrio General Dinámico y Estocástico (EGDE)¹

Epistemological problems of prediction in Stochastic and Dynamic General Equilibrium (DSGE) models

Enrique Agapito Barrientos Apumayta

Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú

enrique.barrientos@unmsm.edu.pe

ORCID: 0000-0001-5668-602X

Resumen

Este artículo destaca el impacto y la crítica a los presupuestos teóricos de la predicción en los modelos EGDE, además de sus alcances y límites en materia de política económica realizada por los bancos centrales. Hemos elegido temas diversos para explicar los fenómenos predictivos en ciencias sociales y, principalmente, en economía, basados en la econofísica, econometría y la macroeconometría aplicados a los modelos EGDE, pero estos giran en torno al problema mente-cerebro y a la “teoría de la cognición de codificación predictiva”. Conceptualizamos sus aportes a través de problemas epistemológicos y los relacionamos con su aplicación a los modelos EGDE. Así, pretendemos enfatizar la tarea de nuestra crítica para abrir el campo de análisis de las teorías de la predicción hacia los sistemas complejos en ciencias sociales y otros debates epistémicos. Por lo tanto, se defiende la tesis de las limitaciones en la predicción bajo el concepto del cerebro como motor de predicción para dar un aporte de una posible concepción epistemológica de la predicción en ciencias naturales y sociales.

Palabras clave: predicción, EGDE, mente-cerebro, teoría de la cognición de codificación predictiva, sistemas complejos

Abstract

This article highlights the impact and criticism of the theoretical assumptions of prediction in the EGDE models, in addition to its scope and limits in terms of economic policy carried out by central banks. We have chosen various topics to explain predictive phenomena in social sciences and mainly in economics, based on econophysics, econometrics and macroeconometrics applied to EGDE models, but they

revolve around the mind-brain problem and the “theory of cognition of predictive coding”. We conceptualize their contributions through epistemological problems and relate them to their application to EGDE models. Thus, we intend to emphasize the task of our criticism to open the field of analysis of prediction theories towards complex systems in social sciences and other epistemic debates. Therefore, the thesis of limitations in prediction is defended under the concept of the brain as a prediction engine to give a contribution to a possible epistemological conception of prediction in natural and social sciences.

Keywords: prediction, EGDE, mind-brain, predictive coding theory of cognition, complex systems

Fecha de envío: 02/2/2022

Fecha de aceptación: 21/6/2022

1. Introducción

El principal problema de la economía es su relación entre teoría abstracta y observación empírica, en un contexto en el que los científicos en economía crean un modelo estrictamente abstracto, como la teoría del equilibrio general, y este modelo tiene que replicar los fenómenos de la realidad económica. Muchas veces tienen que adaptarse a los supuestos básicos como estabilidad, unicidad y existencia. La cuestión es que surgen dos problemas fundamentales: a) ¿Los seres humanos son cambiantes en el tiempo? Sí. Toman decisiones de acuerdo con un contexto determinado, entonces los modelos abstractos no toman en cuenta dichos cambios, porque que están basados en la epistemología de las ciencias naturales, principalmente, de la física. b) ¿Cómo se puede modelar dichos cambios? Una de las posibles soluciones sería tomar datos y observaciones como series de tiempo, panel data, minería de datos, entre otros. Pero resulta que no es suficiente al momento de predecir fenómenos económicos, como ocurrió con la crisis de 2008 en Estados Unidos. La econometría, que es la conjunción de la teoría económica, la estadística y la matemática, sufrió fuertes críticas por los años 80 con la obra *A history of econometrics* de Epstein. Luego, se introducen los modelos abstractos bayesianos para tratar de ampliar más el análisis en las predicciones de los fenómenos económicos. Pero los resultados fueron adversos en varios campos de la econometría.

Una posible solución sería la econofísica, que es el estudio de la teoría y métodos de la física aplicados a fenómenos económicos utilizando procesos estocásticos, dinámicas no lineales y sistemas complejos. Pero su principal problema es que su ontología son los fenómenos físicos que ocurren en la naturaleza y tienen serias deficiencias al momento de aplicarlos al comportamiento humano y la toma de decisiones. Si consideramos que los seres humanos somos como partículas atómicas que, al interactuar, en promedio tienden al equilibrio o tienden a un estado de equilibrio, sería un problema seguir modelando fenómenos económicos bajo dichos presupuestos. Por otro lado, una cuestión es su comportamiento individual y otra es su comportamiento en grupo. No obstante, se podría dar una posible solución aplicando teoría del caos y cómo controlarlos cuando sus estados de estabilidad cambian por ciclos o periodos.

Considero que una posible solución al problema planteado sería un modelo basado en agentes (MBA), pero en el sentido siguiente: crear algoritmos de comportamiento individual por persona con sistemas computacionales para determinados grupos sociales y económicos (estratos sociales) y luego verificar sus patrones de conducta bajo ciertos algoritmos. Luego, modelarlos con una “Generación de algoritmos que obtienen clústeres de segmentos de trayectorias de manera dinámica [...] una vez obtenidos [...] es posible actualizar la generación de estos clústeres si nuevas trayectorias son adheridas al procesamiento, y [...] no es necesario procesar todo” (Cabrera, 2016, p. 10). Cuando se desarrolle más la ciencia, en un futuro, utilizaremos los biopatrones que se retroalimentarán cada instante de tiempo y con ello se harán pronósticos económicos más eficientes. ¿Cómo realizaríamos dichos biopatrones aplicados a las ciencias sociales? Inicialmente, se proponen la teoría del caos y los sistemas de control para volverlos a su estado de singularidad. Lo otro sería aplicar la geometría algebraica propuesta por Oscar Zariski y la uniformización local, para lo cual tomamos el concepto de valorización, que es una manera general de resolver problemas asintóticamente. Hironaka (1964) prueba el teorema de resolución de singularidades de variedades algebraicas (una generalización del concepto de superficie de Zariski) en característica cero. Además, el lenguaje de esquemas permite estructurar una inducción en un espacio determinado. Abhyankar (1969) propone la teoría de las ramificaciones donde una singularidad puede tener una valoración.

Estos son algunos alcances de la geometría algebraica para crear algoritmos basados en agentes. Así, las singularidades serían los puntos fijos que

necesitamos con múltiples equilibrios en la interacción entre agentes económicos. Pero hasta este momento sería una teoría abstracta que, aplicada a la teoría del caos, podría darnos importantes avances en la dinámica de los sistemas sociales.

Antes de realizar simulaciones con los modelos EGDE, primero tendríamos que generar clústeres de segmentos de trayectorias dinámicas y, en un futuro, tener biopatrones de conducta para modelarlos en los sistemas EGDE. Pero surge un problema epistemológico importante: los modelos EGDE están basados en los llamados agentes representativos, y en la literatura actual se están desarrollando los modelos de agentes heterogéneos (MAH), donde cada individuo tiene una dotación diferente de recursos, aunque inicialmente todos parten con las mismas dotaciones. No obstante, surgiría un problema más: los resultados obtenidos por los modelos EGDE de política económica solo serían válidos para un instante de tiempo, pues los datos variarían en un horizonte temporal y con ello los resultados del modelo también cambiarían. Finalmente, se están desarrollando los modelos de agentes heterogéneos de la Nueva Economía Keynesiana (HANK), donde también se podría aplicar las singularidades de Hironaka para resolver el problema principal de la economía dinámica, la predicción.

2. Naturaleza de las observaciones empíricas en economía dinámica

Las observaciones empíricas que se aplican en economía son herederas de la física, como lo señala Focardi en su artículo “Is economics an empirical science? If not, can it become one?”.

El operacionalismo rechaza la idea de que existen cantidades definidas *a priori* que podemos medir con diferentes métodos (eventualmente aproximados). Argumenta que el significado de un concepto científico está en cómo lo observamos (o medimos). El operacionalismo ha sido criticado sobre la base de que la ciencia, en particular la física, utiliza términos abstractos como “masa” o “fuerza”, que no están directamente vinculados a un proceso de medición. [...] Esta crítica no invalida el operacionalismo, pero requiere que el operacionalismo como principio epistemológico sea interpretado globalmente. El significado de un concepto físico no viene dado por un solo proceso de medición, sino por toda la teoría y por el conjunto de todas las observaciones. Este punto de vista ha sido defendido por muchos filósofos y científicos,

incluidos Feyerabend, Kuhn y Van Orman Quine (Focardi, 2015, p. 2).

Esto se convierte como en una especie de laboratorio económico, pero sin “ratones”, y suena paradójico, pues en la ciencia económica no se trabaja como en la física o la química.

Según Johansson, tenemos que tomar en cuenta un espacio de razones y causas:

Un problema central de la epistemología siempre ha sido analizar cómo el mundo externo se relaciona con nuestras creencias. Este es sólo un aspecto del problema cuerpo-mente. Wilfrid Sellars lo ha formulado como una cuestión de la relación entre el espacio de las causas (es decir, el mundo externo) y el espacio de las razones, nuestro mundo interno. [...] Muy pronto uno se da cuenta de la profunda verdad del fraseo de Sellars: nuestros términos se pueden dividir en dos categorías, los que pertenecen al espacio de las razones y los que pertenecen al espacio de las causas y parece no haber puente entre estos dos tipos de términos (Johansson, 2021, p. 82).

Nuestro autor tampoco resuelve el problema del “puente” entre los dos espacios, pues no considera a los conceptos físicos como sistemas complejos. En economía podría darse este paso interesante, pero no funcionaría si es que seguimos la misma línea de la tradición ortodoxa en la metodología de la economía. La evidencia empírica a menudo se utiliza para relacionar el problema mente-cuerpo, pero no resuelve el problema. Un conjunto de datos y un estado de cosas, todo puede llamarse evidencia (Johansson, 2021).

Las observaciones empíricas, principalmente desde los años 70, han sido árbitro de los modelos EGDE, es decir, intentan replicar la realidad bajo los modelos de equilibrio general, además de tratarlos con sistemas computacionales y analizar los comportamientos de sus variables en el tiempo. Klaus Jaffé nos indica lo siguiente en su libro *¿Qué es la ciencia? Una visión interdisciplinaria*:

El uso de la evidencia experimental, como árbitro de cualquier disputa, es lo característico de la ciencia y el motor de su progreso. Razón y lógica son parte del método científico, pero debido a la aceptación (consciente o no) de la limitación de nuestra mente, en ciencia el experimento se sobrepone a la razón individual. Esta

única relación entre razón y experimento conduce a una definición única de objetividad en ciencia. Por objetividad entendemos el diferenciar el yo del objeto de estudio (Jaffé, 2008, p. 69).

Concordamos con Jaffé en la limitación de la mente, pero cuando dice: “la ciencia del experimento supera la razón individual”, es algo discutible, pues en la historia de la ciencia se ha notado que las cuestiones empíricas se muestran después de aplicar ciertos conocimientos teóricos, y luego se corrobora con la realidad para dar el veredicto final. En economía se da un ejemplo de este tipo: primero, la teoría abstracta como teoría de juegos bayesianos es meramente matemática, y luego se hacen las aplicaciones a algún caso concreto de la realidad, como las políticas económicas de los bancos centrales, donde juegan el BCRP, las empresas privadas, el sector externo y la naturaleza, según Harsanyi (1967). En la misma línea de investigación, Selten (1965) propone que, si un jugador (empresas privadas) hace un movimiento no creíble, porque no es óptimo, se va eliminando del juego para lograr el equilibrio en subjuegos.

Jaffé quiere decir que solo es posible realizar cálculos, que es una parte de lo mensurable; por lo tanto, esto restringe la naturaleza de lo abstracto para dar paso a lo empírico. Consideramos que lo que propone Jaffé es reduccionista, pues se resolvería ampliando el análisis que no solo está basado en cálculo, sino también en medir los fenómenos económicos complejos bajo la teoría del caos con algunos trabajos recientes de geometría algebraica de Hironaka y sus extensiones. Otro ejemplo importante de la relevancia de las observaciones empíricas es la que plantea Joshua Angrist en el MIT, quien tuvo influencia en el instituto J-PAL creado por Esther Duflo y Abhijit Banerjee (ambos Premios Nobel de Economía 2019) para estudiar el desarrollo y la pobreza desde un enfoque experimental, es decir, reducir la pobreza mediante políticas públicas, pero que estén basadas en evidencia empírica. Banerjee y Duflo (2011) publicaron el libro *Poor economics*, donde fundamentan que, para minimizar o reducir la pobreza, se debe realizar controles aleatorios, que consiste en formar grupos de poblaciones estudiadas y no estudiadas con estadísticas similares. Se han obtenido buenos resultados, pero se siguen utilizando los conceptos de estadística matemática para sus trabajos. Considero que es un avance importante, pero si aplicase teoría del caos con controles a sus trabajos, obtendría mejores resultados, pues la pobreza es dinámica, además, es singular por periodos y caótica en otros periodos. Lo que hacen Banerjee y Duflo (2011) es dar una solución particular para periodos específicos donde la

pobreza se desborda. Pero su propuesta no tiene una ontología sistemática de cómo empezar y tratar la pobreza de manera general. Y no solo se trata de reducir la pobreza, o como Banerjee y Duflo le llaman, “mitigar la pobreza”, sino de entender su dinámica. La pobreza debe tratarse como sistema complejo, no con casos aislados.

Finalmente, los modelos EGDE no están en una base firme con respecto a los datos que usa y la forma cómo los usa, pues operan de manera restrictiva, basados solo en la estadística matemática.

3. Econofísica y econometría

En la historia del pensamiento económico desde la escuela clásica en adelante podemos notar que la base para entender la economía es que usamos la metodología de la filosofía natural del siglo XVIII y se consideraba, desde entonces, que los presupuestos de la física también eran válidos para la economía. Muchas teorías económicas, como la escuela neoclásica, tienen un principio físico como el principio de correspondencia ideado por Samuelson. Niels Bohr y el principio de Le-Chatelier aplicado a finanzas con el movimiento browniano. Los principios de maximización y minimización de Lagrange para encontrar óptimos tanto para el consumidor y el productor. La ley de la oferta y la demanda son como sistemas de vectores que van en direcciones diferentes, que en un punto se anulan cuando la suma de sus fuerzas nos da cero y se logra el equilibrio. Consideramos que bajo los conceptos de la física clásica newtoniana se han forjado muchos supuestos teóricos de la economía. Luego se pasó a estudiar muchos temas económicos con procesos estocásticos. Posteriormente, se tomó como referencia a la mecánica cuántica para resolver problemas de predicción, como los modelos Black-Scholes en finanzas para determinar el precio de los activos financieros. No solo se estudia la econofísica, también está la biofísica, la astrofísica y la geofísica. Empezaremos a definir qué es econofísica, según Sergio Focardi:

El término econofísica fue acuñado en 1995 por el físico Eugene Stanley. La econofísica es un esfuerzo de investigación interdisciplinario que combina métodos de la física y la economía. En particular, aplica técnicas desde la física estadística y la dinámica no lineal al estudio de datos económicos y lo hace sin la pretensión de ningún conocimiento *a priori* de los fenómenos económicos (Focardi, 2015, p. 8).

Marcelo Ribeiro se plantea la misma pregunta clave sobre la econofísica:

¿Qué es la econofísica? Si se trata simplemente del uso de métodos físicos para investigar problemas económicos, ¿en qué se diferencia la econofísica, si es que se diferencia de la economía ortodoxa convencional? Si es realmente diferente del pensamiento económico neoclásico dominante, ¿es la econofísica simplemente otro enfoque no dominante o heterodoxo de los problemas económicos? ¿Puede la econofísica contribuir a la comprensión de los fenómenos económicos de una manera diferente a la economía misma, sin importar si esta comprensión proviene de las tradiciones ortodoxas o heterodoxas? (Ribeiro, 2020, p. 3).

Estas preguntas nos llevan a pensar que se podría dar solución a los problemas generados por los fenómenos económicos. Si bien es cierto que la econofísica está más cerca de los sistemas complejos, porque también es interdisciplinaria, su problema principal es su técnica matemática, pues no toma en cuenta la teoría del caos y de control para realizar sus predicciones, y solo esta referenciada en las técnicas de la mecánica cuántica y los procesos estocásticos. Podemos darnos cuenta de que los problemas vienen desde la economía y que los métodos analíticos provienen de la física. Decir que hasta el momento ningún modelo econofísico ha demostrado tener más poder de predicción que un modelo económico estándar, esto es en parte falso, ya que la ley de la inversa del cubo para la distribución de las fluctuaciones de los precios de acciones e índices bursátiles es un ejemplo claro del tema.

Por otro lado, Anirban Chakraborti, Ioane Muni Toke, Marco Patriarca y Frédéric Abergel, consideran que:

En la década de 1940, Majorana se había interesado científicamente por los sistemas financieros y económicos. Escribió un artículo pionero sobre la analogía esencial entre las leyes estadísticas en física y en ciencias sociales [...]. Sin embargo, durante las décadas siguientes, solo unos pocos físicos como Kadanoff (1971) o Montroll y Badger (1974) tuvieron un interés explícito por la investigación en sistemas sociales o económicos. [...] En particular, en economía y finanzas cuantitativas, la investigación en física ha comenzado a ser complementaria a los enfoques más tradicionales, como las finanzas matemáticas (estocásticas) (Chakraborti, Toke, Patriarca y Abergel, 2010, pp. 1-2).

Como podemos notar, no existe ninguna aplicación a los modelos EGDE; lo que se puede entender es que está relacionado con economía y finanzas. Uno de los problemas que ha tenido los modelos EGDE es que no se ha tomado en cuenta el sector financiero en sus modelos, aunque en la actualidad se está poniendo énfasis en esos problemas. Podríamos considerar que los modelos de EGDE tendrían mejor rendimiento en sus predicciones si se toma en cuenta la econofísica con la teoría del caos y el control de sistemas dinámicos no lineales.

La econometría tiene una fuerte influencia de la filosofía de Popper mediante el economista Jacob Marschak, quien considera la falsación de la hipótesis como motor de corroboración de una teoría. Dichos esfuerzos fueron seguidos por Tjalling Koopmans, que también pertenecía a la Comisión Cowles. Dichos autores infundieron en la teoría econométrica las ideas de la lógica de la investigación científica y la miseria del historicismo, convirtiéndolas en la panacea del campo económico (Redman, 1995).

Pero, como nos muestra Focardi, la econometría tiene cierta relación con la econofísica:

La econofísica obviamente se superpone a la disciplina más tradicional de la econometría. De hecho, es difícil separar los dos de una manera significativa. La econofísica también se superpone a la economía basada en mercados artificiales formados por muchos agentes que interactúan. Quizás una característica distintiva de la econofísica es su interdisciplinariedad, aunque se puede argumentar razonablemente que cualquier modelo cuantitativo de fenómenos financieros o económicos comparte técnicas con otras disciplinas. Otro rasgo distintivo es su búsqueda de leyes universales; la econometría es más oportunista (Focardi, 2015, p. 8).

En la actualidad, tenemos técnicas estadísticas para la predicción de fenómenos económicos relativamente distintas de la econometría y la econofísica:

Los más exitosos son el método LASSO, cuando delimitamos la suma de valores absolutos de los parámetros, y los métodos EN y CLOT en los que esta suma se combina con la suma de los cuadrados. [...] el éxito empírico de estos métodos mostrando que son los únicos que son invariantes con respecto a las transformaciones naturales, como la escala que corresponde a la selección de una unidad de medida diferente (Thach, Kreinovich y Duc, 2021, p. 37).

Lo interesante de esta técnica es la evidencia empírica que nos brinda dando mejores resultados que los modelos tradicionales de econometría. El problema sería enlazarlo con el modelo basado en agentes y utilizarlo, una vez creado, al algoritmo de cada agente que se está trabajando, y, posteriormente, introducir la teoría del caos y los controles ante fenómenos inesperados. También podría ayudar a replicar mejor los fenómenos económicos bajo el modelo de EGDE.

Finalmente, como tema a discutir tenemos la macroeconometría que sirve de soporte a los modelos EGDE. Además, estudia las simulaciones o cálculos de las consecuencias que podría tener una política fiscal o monetaria. Estos son: a) los ciclos económicos a corto plazo, donde analiza una variable muy importante que es la brecha producto, y b) el crecimiento económico que estudia la evolución del producto bruto interno (PBI) a largo plazo. Su aplicación se da en políticas económicas contracíclicas o procíclicas por parte del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) y el Banco Central de Reserva del Perú (BCRP) de acuerdo con la coyuntura económica; por ejemplo, las fases expansivas grandes generarían inflación. El MEF y el BCRP realizan proyecciones macroeconómicas que ayudan a tomar medidas de política de manera anticipada. El MEF necesita saber qué instrumento de política fiscal es efectiva; por ejemplo, modificando el gasto de gobierno o los impuestos. Para ello, se puede aplicar una metodología denominada los vectores autorregresivos (VAR).

La econometría de series de tiempo son variables que evolucionan en el tiempo. Se utilizan técnicas como descomposición de una variable macroeconómica para saber su ciclo (corto plazo, transitorio) y tendencia (largo plazo, permanente). La macroeconometría utiliza técnicas y metodologías que se usan en estadística e ingeniería, como los filtros H-P, Baxter-King, Christiano-Fitzgerald y filtros de Kalman estado espacio. También usa el análisis univariado y multivariado de series estacionarias y no estacionarias, y modelos estados espacio y de cambios de régimen. El problema fundamental es que estas técnicas son muy restrictivas, pues realizan solo comparaciones entre variables y los impactos que tengan entre ellas. La razón de la no aplicabilidad para predecir fenómenos complejos que emergen de la interacción entre agentes que actúan en la realidad económica hace que la predicción sea muy deficiente y sustancialmente vacía. Al respecto, Aris Spanos en su artículo "Methodology of macroeconometrics" sostiene que "el paradigma DSGE da lugar a modelos estructurales estimados que están, tanto estadísticamente como sustancialmente, mal especificados, lo que arroja evidencia poco confiable que contribuye muy

poco al aprendizaje real de los datos sobre los fenómenos macroeconómicos” (Spanos, 2021, p. 1). Otra metodología usada son los modelos macroeconómicos bayesianos, que usan los datos observados y a partir de ahí se crean las hipótesis. Su problema radica en que los datos observados son válidos para un instante de tiempo determinado, y esos datos, si los observamos bajo el enfoque de los sistemas complejos, serían cambiantes y no emergentes, con lo cual se llega a una predicción que sirve solo para un instante de tiempo, y pasado dicho tiempo, ya no tiene aplicación, pues la información usada ya formó otro sistema que tiene otra interpretación.

Por lo tanto, siguiendo a Aris Spanos, concluimos:

El mayor enemigo de aprender de los datos sobre los fenómenos macroeconómicos no es la ausencia de un marco de modelado empírico alternativo y más coherente, sino la ilusión de que imponer modelos estructurales altamente formales a los datos puede dar lugar a dicho aprendizaje solo porque su construcción y ajuste de curvas dependen de herramientas aparentemente sofisticadas. Lamentablemente, la aplicación de herramientas sofisticadas a un modelo EGDE estadísticamente y sustancialmente mal especificado no hace nada para restaurar la confiabilidad de la evidencia que se deriva de él (Spanos, 2021, p. 1).

Si el problema es modelar ciertos fenómenos económicos, el modelo EGDE, con un alto grado de abstracción, al final usa los datos como medio, no como un fin, y hay que considerar que debemos tener en cuenta que la información en periodos cortos de tiempo cambia y los modelos EGDE también cambiarían; por lo tanto, no replicarían la realidad económica. Un reto importante para la macroeconometría sería tratar los modelos bajo los conceptos de los sistemas complejos, principalmente, el tema de emergencia.

El proyecto Big Data consta de dos problemas fundamentales: a) no tiene un cuerpo científico como base; b) considera que, mientras más información se procese a tiempo real, esto hará que las predicciones se aproximen más a los fenómenos económicos. Podemos tener una cantidad suficiente de datos acumulados en una fracción de segundo, pero el problema está en que los sistemas emergentes cambian y están relacionados entre ellos; por lo tanto, los datos no podrían replicar empíricamente la realidad económica. Los algoritmos genéticos inicialmente fueron utilizados en biología y cumplen con algo muy similar a los sistemas complejos como son los operadores genéticos de cruce

y mutación, pero estos sistemas son de naturaleza estocástica, mientras que la teoría del caos está basada en términos determinísticos.

4. Una posible concepción epistemológica de la predicción en ciencias naturales y sociales

El problema de la predicción científica ha sido y sigue siendo discutido desde inicios del siglo XX. El principal problema de la predicción es considerar que se puede establecer con exactitud y precisión el futuro. Si tenemos un tiempo t , el problema es saber que sucederá en $t+1$, $t+2$, $t+3$, y así sucesivamente. Considero que allí empieza el problema de la predicción; es decir, si estando en el tiempo t , cómo podemos estar seguros de llegar a $t+1$ o si es el tiempo $t+2$ o $t+k$. Podemos considerar que la causalidad podría ser una solución. A es causa de B. La inducción y la deducción podrían darnos pistas a una posible solución de este problema. La inducción ha sido criticada por Popper y la deducción es la que muchos científicos naturales como sociales utilizan al momento de dar pronósticos a futuro. En economía se utilizan modelos económicos-matemáticos como la teoría del consumidor, que predice tu consumo, ahorro e inversión en el futuro. En situaciones de emergencia eso no ocurre, porque si en un momento determinado t existe un máximo, en otro momento $t+1$ ya no es un máximo, sino que puede ser mínimo, y el momento $t+2$, lo que sucedía en $t+1$ o en t , podría considerarse como un comportamiento no racional. Muchas cosas nuevas que surgen de la interacción de agentes en un tiempo t , queremos explicarlos en un tiempo $t+1$, pero podría ocurrir que estamos en un tiempo $t+k$, cuando necesitamos la información de lo predicho en un tiempo $t+k-j$.

Al querer predecir lo que podría suceder en el futuro estamos cayendo en lo que denominó “predicción científica miope”.

Supongamos que tenemos un animal que solo percibe la naturaleza en dos dimensiones, es decir, el plano, solo conoce la izquierda y la derecha, y luego de un periodo largo de evolución conoce lo que es adelante y atrás, y con ello vive suficientemente en la naturaleza. Quiere saber cómo podría alimentarse; si su alimento está a su izquierda, lo cazará en el periodo (t) y sobrevivirá por lo menos un día más ($t+1$), por lo que hay un atisbo de predicción que es la sobrevivencia. Pero esto no es causalidad; el hecho de cazar y luego sobrevivir no se debe analizar como un concepto de causa y efecto en sentido estático. Según Bunge (1997), existe un triple significado de la causalidad: causación, principio causal y determinismo causal. Considero que en este caso hay una

causalidad dinámica (si tenemos una causa $A(t)$ podría ocurrir un efecto $B(-t+k)$, notamos que no es inmediato, sino tendríamos que esperar k periodos para que ocurran determinados fenómenos, tanto naturales como sociales, y principalmente, económicos), pero esto tiene problemas en lo que denomino causalidad caótica (si tenemos una causa $X(t)$ podríamos esperar un efecto $B_i(t \pm k)$, donde $i=1,2,3,\dots n$ e indica los n efectos que se podrían dar y $t \pm k$ podría considerarse como los efectos que se podrían repetir de lo que ya había sucedido en periodos anteriores; pero estas cuestiones de hechos en la realidad natural o social no han sido tratados de esta manera). Este animal podría sobrevivir sin cazar hasta un tiempo determinado o podría darse el caso de que guarde su alimento, ya sea enterrándolo o de otra manera para comer después, y con eso, en la causa no solo estaría el acto de cazar, sino otros fenómenos emergentes que previamente no han estado en nuestro análisis racional.

Si el animal en cuestión no encuentra alimentos tan solo con moverse en un plano (de solo dos dimensiones), entonces la predicción sería que este animal morirá o que, según Darwin, se extinguirá, porque no está apto para la sobrevivencia. Creo que no se podría inferir de esa manera, pues existe una dimensión más que nuestro animal desconoce, ya que los alimentos están arriba de él o debajo del mismo. Nuestro animal no conoce el espacio en tres dimensiones. Por lo tanto, este sería el problema epistemológico de la predicción.

A los seres humanos nos pasaría lo mismo, pues solo aprendemos y conocemos en tres dimensiones, a lo sumo en cuatro dimensiones incluyendo al tiempo. Pero las cuestiones de predicción tendrían que extenderse en nuestro análisis en n dimensiones (en general a infinitas dimensiones en espacios euclidianos y no euclidianos), y así tendríamos una mejor perspectiva del futuro.

Nuestro análisis anterior nos lleva a la siguiente pregunta: ¿es la predicción una prueba científica? Según Wenceslao González, se puede considerar lo siguiente:

La predicción podría ser una prueba, pero no la prueba única de una ciencia. Así, la predicción es un requisito de la ciencia en general (y, por tanto, de la economía en tanto que ciencia), pero no es una característica intrínseca de la ciencia misma.

[...] la predicción es un demarcador débil: es un factor que puede garantizar la naturaleza científica del lenguaje, estructura,

conocimiento, método, [...] Si la predicción fuera un demarcador fuerte, las “barreras” reales entre ciencia y no ciencia deberían moverse para excluir posiciones generalmente consideradas como científicas (como la teoría de la evolución por selección natural, que ha sido utilizada en la gran lista de evolucionismos posteriores, presente en casi cualquier ciencia social) (González, 2015, p. 20).

Estamos de acuerdo con González en que la predicción solo es una condición necesaria, pero no suficiente, pero mientras no entendamos bien cuáles son los problemas epistemológicos de la predicción (como hemos mostrado en los párrafos anteriores), seguiremos considerando que no es del todo importante. Mientras no resolvamos el “problema de las dimensiones epistemológicas”, seguiremos considerando a la predicción como uno de los problemas más importantes de la ciencia.

Por último, según la ciencia cognitiva y los enfoques neurocientíficos para el procesamiento predictivo tenemos una posible respuesta a nuestro problema mente-cerebro y la predicción:

El enfoque de PP ve al cerebro como un motor de predicción: el cerebro combina las señales sensoriales de la realidad con sus expectativas o creencias previas sobre la forma en que el mundo es para formar su mejor conjetura de qué causó esas señales [...]. Hay propuestas aproximadas de cómo el cerebro puede implementar PP [...] se asume que el cerebro no percibe el sonido ni la luz: lo que percibimos es su mejor suposición de lo que hay en el mundo (Mendonça, Curado y Gouveia, 2021, p. 106).

Esto nos lleva a ampliar nuestro proceso de conocimiento a múltiples dimensiones que todavía, en este caso, el cerebro no logra comprender. Estamos tratando un tema como la predicción sin tener en cuenta ciertas limitaciones que tiene el cerebro y sus procesos. Entonces, ¿cómo podemos obtener buenas predicciones si no conocemos todos los procesos de nuestro cerebro? Se asume que la mente está fuera de nosotros como mecanismo para ampliar y crear nuevas ideas, pero en la actualidad todavía no encontramos el puente que enlace la mente con el cerebro. Si se lograra, entonces las predicciones serían más certeras y podríamos avanzar en el estudio de todos los fenómenos tanto naturales como sociales de forma unificada, y no solo eso, sino que la interacción que se generaría entre lo natural y lo social abriría nuevas luces de cómo entender los fenómenos naturales y sociales como sistemas complejos.

5. Popper, Kuhn y Lakatos: la cuestión de la predicción de los modelos EGDE en economía

Quien tuvo mayor influencia en la metodología de la economía es Popper, aunque él considera en su libro *La miseria del historicismo* que “la idea de que una predicción puede influir sobre el suceso predicho es muy antigua. [...] razón que me hace sugerir el nombre de «Efecto de Edipo» para la influencia de la predicción sobre el suceso predicho” (Popper, 2006, p. 27).

Es cierto que el “efecto de Edipo” se puede manifestar en alguna situación de los fenómenos económicos y sus modelos bajo el enfoque de los sistemas complejos, sobre todo porque dicho efecto podría considerarse como un tipo de emergencia que podría ocurrir en la realidad económica. Pero esto no invalida que, en economía, no pueda hablarse por completo de predicción. Si tomamos otros enfoques, como los sistemas complejos, podemos notar que el efecto Edipo de Popper se disuelve y se resuelve.

Popper nos dice que hay una especie de profecía versus ingeniería social. La primera manifiesta que muchos economistas, incluyendo a Marx, consideran que es posible determinar el futuro bajo ciertas condiciones, cuestión con la que no está de acuerdo Popper. En cambio, la ingeniería social, tomando en cuenta la econometría como mecanismo de predicción, es aceptado hasta ahora en los modelos tradicionales de la Nueva Síntesis Neoclásica (NSN) y los modelos EGDE. Inicialmente, las ideas de Popper influyeron en la econometría. Al conocer a Jacob Marschak, discutió el desarrollo de la econometría formulando predicciones falsables que podrían conducir a teorías generales falsables (Redman, 1995).

Con respecto a Kuhn tenemos lo siguiente:

Los paradigmas proporcionan a todos los fenómenos, excepto las anomalías, un lugar determinado por la teoría en el campo de visión de los científicos. Pero si se adelantan nuevas teorías para resolver anomalías en la relación entre una teoría existente y la naturaleza, la nueva teoría que tenga éxito deberá permitir ciertas predicciones que sean diferentes de las derivadas de su predecesora (Kuhn, 1994, p. 157).

Este análisis de Kuhn es la piedra fundamental de algunas teorías económicas como la NSN. En el caso de la crisis de 2008 en Estados Unidos, muchas teorías, dentro de ellas los modelos EGDE, creyeron que podían predecir ciertos

aspectos de una posible crisis tomando como referencia el Crack de 1929. Pero introdujeron la teoría bayesiana para tratar de resolver ciertas anomalías que surgieron en el quehacer científico. Como notamos anteriormente, la predicción fue diferente a lo mostrado por la evidencia empírica de la crisis de 2008 en Estados Unidos.

Aunque se puede confundir el análisis sobre Kuhn como un mero instrumentalismo, Joseph Agassi manifiesta lo siguiente:

El caso paradigmático es el recurso al instrumentalismo: a los científicos no les gusta la visión instrumentalista de las teorías como mera *façon de parler*: son demasiado curiosos para admitir que la ciencia es meramente un instrumento de predicción. [...] En cuanto a Kuhn, no era instrumentalista, pero sí utilizó una idea instrumentalista, e incluso de manera centralizada. Pierre Duhem dijo, dado que cuando entendemos una teoría científica literalmente es refutable y dado que la ciencia es demostrable, es mejor vaciar las teorías de su contenido y verlas como simples instrumentos de predicción (Agassi, 2014, p. 101).

Con respecto a Lakatos, sobre la predicción y el uso y abuso que se hace de las ciencias naturales aplicadas a las ciencias sociales, se sostiene lo siguiente:

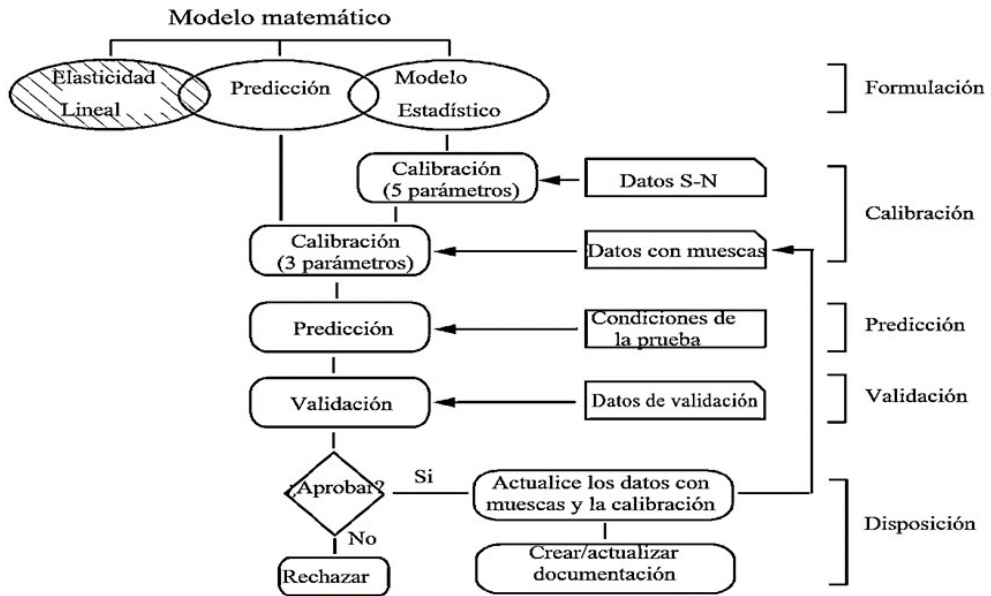
En un programa de investigación científica, como definió el término Lakatos [...], existen teoremas y supuestos “fundamentales” generalmente aceptados que no están abiertos a la investigación. Además, existen hipótesis auxiliares que pueden modificarse o abandonarse para ajustarse a la evidencia empírica disponible (Szabó y Babuska, 2021, p. 3).

Uno de los problemas fundamentales de los modelos EGDE son sus modelos matemáticos aceptados de manera absoluta. Los hacedores de política económica monetaria usan los datos como evidencia empírica para que el modelo replique los fenómenos económicos. Se usa el programa Dynare que se instala en Matlab como un laboratorio computacional. Como podemos notar, esto quita robustez al grado de predicción de los modelos aplicados a la realidad económica, porque los fenómenos de emergencia dentro de la actividad económica podrían dar muestras de nuevas acciones que no toman en cuenta los modelos que se basan en la metodología de los programas de investigación científica (MPIC).

Los modelos EGDE toman como referencia un modelo matemático que “tiene tres partes: la primera parte, en la terminología de MPIC, que incorpora los supuestos básicos; la segunda y tercera parte incorporan las hipótesis auxiliares” (Szabó y Babuska, 2021). La metodología económica, en general, se ajusta al esquema de Barna Szabó e Ivo Babuska (figura 1).

Figura 1

Diagrama de flujo de la metodología actual de las ciencias naturales (física)



Nota. Este gráfico representa los pasos que deben seguir las ciencias físicas y se toma como referencia en la metodología de las ciencias económicas. Tomado de Szabó y Babushka, 2021, p. 4.

Este es el desarrollo esquemático que siguen los modelos EGDE en la actualidad. Con respecto a la predicción, “al introducir nuevos datos fuera de los lineamientos de la calibración se prueba el poder predictivo del modelo, pero si se introduce el valor de los nuevos datos aumenta la confianza de los parámetros calibrados” (Szabó y Babushka, 2021).

Otro problema que se podría encontrar en los modelos EGDE es el célebre ejemplo de Hesslow utilizado por Cartwright, sobre el que se puede afirmar lo siguiente:

En este ejemplo una estructura causal no se manifiesta en correlación estadística alguna, lo que impide la aplicación del principio de causa común. Por un lado, la ingestión de la píldora causa la presencia de sustancias químicas en el cuerpo humano que aumentan la probabilidad de sufrir trombosis cerebral; por otro lado, la píldora anula la posibilidad de embarazo, lo que a su vez disminuye la probabilidad de trombosis, puesto que durante el embarazo también se generan sustancias que elevan la probabilidad de trombosis (García-Bermejo, 2012, p. 389).

Se aplica una política monetaria expansiva con la finalidad de no caer en una recesión, pero eso, a su vez, genera inflación, y además de ello juega la naturaleza, es decir, el comportamiento no racional de los agentes económicos. Las tres situaciones conducirían a una crisis económica, sobre todo, porque se desconoce o no se toma en cuenta en el modelo los “espíritus animales” perniciosos de los ofertantes.

Por otra parte, Wenceslao J. González manifiesta que:

La economía aplicada también otorga especial relevancia a la tarea evaluativa de la predicción. Clive Granger reconoce la importancia metodológica de la predicción en el ámbito real de la economía: “la predicción juega un papel importante en el tema de la evaluación de modelos” (2012, p. 315). Considera que la predicción debe formarse a partir de un modelo teórico, que esté conectado a la toma de decisiones real, con el fin de extraer implicaciones sobre el comportamiento de la economía (Granger, 2012, pp. 312 y 314). Además, la posición evaluativa de las predicciones económicas repercute en la aplicación de esta ciencia (González, 2015, p. 285).

Según Robert Northcott, existe todavía un problema entre predicción y acomodación en economía. La predicción todavía tiene dificultades en economía. Normalmente, hay muchas formas de explicar algún acontecimiento dado, pero si no hay investigaciones complementarias particulares del problema en cuestión, los éxitos de la predicción son necesarios para reafirmar los modelos y utilizarlos en las políticas económicas del gobierno; por lo tanto, la predicción debe ser necesaria con una frecuencia incómoda (Northcott, 2018).

Finalmente, considero que, por el momento, la predicción es una condición necesaria, pero no suficiente para la explicación final de los resultados que

existen en la “realidad” económica. Es importante que los aspectos empíricos y abstractos tengan el mismo peso o rango dentro de los modelos económicos. Es decir, que los modelos partan de la minería de datos y se creen algoritmos de conducta de cada evento o fenómeno y esto pueda generalizarse en un modelo teórico y abstracto de la realidad, pero lo más importante, es que antes de observar los datos tengamos, en la relación mente-cerebro, las teorías o el arte de crear modelos que puedan corresponderse con la realidad, incluyendo abstracciones que provengan de otras ciencias. Por ejemplo, en matemáticas, lo propuesto por Roger Penrose con el famoso “triángulo de Penrose”, que son generadas con las geometrías imposibles del artista plástico E. C. Escher.

6. Conclusiones

De manera breve, sostenemos las siguientes conclusiones:

- Hay que tener en cuenta que, para realizar simulaciones de los modelos EGDE, primero tendríamos que generar algoritmos que obtienen clústeres de segmentos de trayectorias de manera dinámica para incorporarlos en los modelos EGDE.
- La pobreza debe ser tratada como sistema complejo, no con modelos o situaciones aisladas como los mostrados por Esther Duflo y Abhijit Banerjee. Además, los modelos EGDE no están en una base firme con respecto a los datos que usan y la forma cómo se usan, de manera restrictiva, basados solo en la estadística matemática.
- La macroeconometría bajo enfoques bayesianos y no bayesianos, además de la econofísica, no toman en cuenta el problema de la “teoría de la cognición de codificación predictiva” o procesamiento predictivo.
- Muchos modelos y teorías de la predicción caen en lo que llamo “predicción científica miope”. Es decir, tratan solo los problemas de los fenómenos económicos en n dimensiones (normalmente para $n=1,2,3,4$). Una posible solución sería extender el ámbito a un sistema complejo de infinitas dimensiones.
- Según la MPIC de Lakatos, un programa de investigación es progresivo si cada cambio de problema mejora el rendimiento predictivo del modelo, por lo tanto, los modelos deben tener un proceso evolutivo. Considero a esto un modelo MPIC ingenuo, porque no incorpora los problemas de la teoría de la cognición de codificación predictiva ni los sistemas complejos.

Notas

- 1 Esta investigación conforma un resumen del segundo capítulo de mi proyecto de tesis *El modelo económico de equilibrio general dinámico y estocástico: una crítica desde la epistemología*, para la maestría en filosofía con mención en epistemología.
- 2 Basado en el modelo Arrow-Debreu.
- 3 Alcances y limitaciones en la relación *mente-cerebro*. Sobre la naturaleza mental existen tres teorías: reduccionismo: intenta reducir los procesos mentales al cerebro; funcionalismo: para Dennett, la mente es lo que hace el cerebro; fenomenología: niegan que la mente se reduzca al cerebro (Maslin, 2009).
- 4 Las variables se trabajan en tiempo continuo son deterministas, cumplen ciertas regularidades bajo ciertas condiciones de espacio y tiempo, son dinámicas, y buscan explicar todos los fenómenos de la realidad física.
- 5 Estudia la unión entre la teoría macroeconómica y la econometría de series de tiempo.
- 6 Es la diferencia porcentual entre el PBI (lo que está produciendo) y el PBI potencial (lo que podría producir).
- 7 Aquí ya se encuentra el germen de la predicción en economía que trataremos en el siguiente tema.
- 8 Es la administración de grandes volúmenes de datos que se procesan en corto tiempo y a partir de ello se puede tomar decisiones más certeras. Big Data ha dado cabida a la llamada ciencia de datos. Aunque “Big Data no trata solo de grandes volúmenes de datos, sino que incluye otras dimensiones significativas en el tratamiento de datos, como son la variedad, velocidad y veracidad” (Hernández-Leal, Duque-Méndez y Julián Moreno-Cadavid, 2017, p. 22).
- 9 Si los problemas son complejos, entonces se definen algoritmos genéticos con métodos de búsqueda estocásticos que nos conduzcan a encontrar soluciones óptimas. Utilizando datos del mismo problema como guía de búsqueda, los algoritmos genéticos están dentro del campo de análisis de los algoritmos evolutivos (Hernández-Leal, Duque-Méndez y Julián Moreno-Cadavid, 2017).
- 10 Este análisis se hace solo en el caso de los sistemas complejos determinísticos. Si queremos ampliar a sistemas complejos estocásticos, podríamos generar nuevas *emergencias*, es decir, subemergencias o cuasi-emergencias.
- 11 Denominado “teoría de la cognición de codificación predictiva” o procesamiento predictivo (Mendonça, Curado y Gouveia, 2021).

- 12 Varios métodos de acomodación son comunes en economía. Entre ellos, se encuentran los análisis de regresión que calibran retrospectivamente un modelo o que prueban el grado de ajuste de un modelo con los datos (Northcott, 2018).

Referencias bibliográficas

- Abhyankar, S. (1969). *Resolution of singularities of algebraic surfaces*. Oxford University Press.
- Agassi, J. (2014). *Popper and his popular critics: Thomas Kuhn, Paul Feyerabend and Imre Lakatos*. Springer.
- Banerjee, A. y Duflo, E. (2011). *Poor economics. A radical rethinking of the way to fight global poverty*. Public Affairs.
- Bunge, M. (1997). *Causalidad: El principio de causalidad en la ciencia moderna*. Editorial Sudamericana.
- Cabrera Crot, L. E. (2016). *Búsqueda dinámica de patrones sobre trayectorias*. [Tesis de magister en Ciencias de la Computación, Universidad del Bío-Bío]. http://repobib.ubiobio.cl/jspui/bitstream/123456789/1765/1/Cabrera_Crot_Luis_Emilio-.pdf
- Chakraborti, A., Toke, I, Patriarca, M. y Abergel, F. (2010). Econophysics: Empirical facts and agent-based models. *Quantitative Finance*, 11, 1013-1041. <https://arxiv.org/abs/0909.1974>
- Focardi, S. M. (2015). Is economics an empirical science? If not, can it become one? *Frontiers in Applied Mathematics and Statistics*, 1. <https://doi.org/10.3389/fams.2015.00007>
- García-Bermejo, J. C. (2012). *Sobre la economía y sus métodos*. Editorial Trota.
- González, W. (2015). *Philosophico-methodological analysis of prediction and its role in economics*. Springer.
- Harsanyi, J. (1967). Games with incomplete information played by “Bayesian” Players, I-III Part I. The Basic Model. *Management Science*, 14(3). <https://doi.org/10.1287/mnsc.14.3.159>
- Hernández-Leal, E., Duque-Méndez, N. y Moreno-Cadavid, J. (2017). *Big Data: una exploración de investigaciones, tecnologías y casos de aplicación*. *Tecnológicas*, 20(39). <http://www.scielo.org.co/pdf/teclo/v20n39/v20n39a02.pdf>
- Hironaka, H. (1964). Resolution of singularities of an algebraic variety over a field of characteristic zero. *Annals of Mathematics*, 79(2), 205-326. <https://doi.org/10.2307/1970547>

- Jaffé, K. (2008). ¿Qué es la ciencia? Una visión interdisciplinaria. Fondo Editorial de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega.
- Johansson, L.-G. (2021). *Empiricism and Philosophy of Physics*. Springer.
- Kuhn, T. (1994). *La estructura de las revoluciones científicas*. Fondo de Cultura Económica.
- Maslin, T., (2009). *Introdução à filosofia da mente*. (2.^a ed.). Artmed.
- Northcott, R. (2018). Prediction versus accommodation in economics. *Journal of Economic Methodology*. <https://philarchive.org/archive/NORPVA>
- Mendonça, D., Curado, M. y Gouveia, S. (2021). *The philosophy and science of predictive processing*. Bloomsbury Academic.
- Popper, K. (2006). *La miseria del historicismo*. Alianza Editorial.
- Redman, D. (1995). La teoría de la ciencia de Karl Popper: auge y caída de la ingeniería social. *Cuadernos de Economía*, 14(23).
- Ribeiro, M. (2020). *Income distribution dynamics of economic systems: An econophysical approach*. Cambridge University Press.
- Selten, R. (1965). Spieltheoretische Behandlung eines Oligopolmodells mit Nachfragerträglichkeit. *Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft*, 121(4), 667-689. <http://www.jstor.org/stable/40748908>
- Spanos, A. (2021). Methodology of macroeconometrics. *Economics and finance*. <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190625979.013.175>
- Szabó, B. y Babushka, I. (2021). Methodology of model development in the applied sciences. *Journal of Computational and Applied Mechanics*. <https://www.researchgate.net/publication/351005554>
- Thach, N., Kreinovich, V. y Trung, N. (2021). *Data science for financial econometrics*. Springer.