

Breves consideraciones sobre la naturaleza compleja de la ciencia económica

JOSÉ HÉCTOR CORTÉS FREGOSO¹

Resumen

Es reconocido que la ciencia económica debe responder a fundamentos teóricos más apegados a la realidad, lo que implica, para buen número de economistas, un cambio de paradigma, una revolución científica. Desde hace algunos decenios, en diferentes partes del planeta se discuten las limitaciones teórico-empíricas de la corriente principal y de su instrumento econométrico. En los ámbitos universitarios se siguen enseñando los principios microeconómicos y macroeconómicos asentados en conceptos como equilibrio estático, estático comparativo y, en algunas ocasiones, el dinámico.

¿Por dónde se pueden encontrar caminos filosóficos alternativos para que surja el cambio paradigmático de la ciencia económica con una base de supuestos más realistas? Tradicionalmente, las matemáticas clásicas han sido el instrumento formal para abordar la complejidad de los fenómenos económicos. Sin embargo, la misma naturaleza compleja de la problemática económica exige enfoques diferentes y complementarios para una mejor aprehensión de los sucesos económicos, dadas sus relaciones no lineales entre sus componentes, su capacidad de autoorganización, sus comportamientos circulares y sus características emergentes, entre otras características.

Los procesos pedagógicos de la docencia y discencia de la ciencia económica se verán mejorados sustancialmente al fundamentar los procesos de enseñanza-aprendizaje en enfoques de naturaleza compleja de la ciencia económica. Por lo tanto, la modelación basada en agentes y en la teoría de redes se convierte en el estuche de instrumentos empíricos del economista profesional. El pensamiento complejo, como filosofía del núcleo de la ciencia económica, puede aportar elementos sumamente

Fecha de Recepción: 18 de Octubre de 2020. Fecha de Aceptación: 10 de Diciembre de 2020.

1 Profesor e investigador de tiempo completo titular “C”, Departamento de Economía. CUCEA. Miembro del Cuerpo Académico No. 116 “Teoría económica y desarrollo sustentable”. Seminario “Prospectiva, pensamiento complejo y transdisciplina”. Correo Electrónico: cortesfregoso@hotmail.com.

útiles no sólo para mejorar la formación de economistas sino también para el ejercicio profesional de la economía.

Palabras clave: economía compleja, modelo basado en agentes, no linealidades, comportamientos circulares, propiedades emergentes, economía cuántica.

Introducción

A raíz de la necesidad de replantear los fundamentos de la ciencia económica, tanto el área microeconómica como la macroeconómica han sido objeto de diversas aproximaciones que tratan de aportar elementos que hagan posible el replanteamiento ontológico, epistemológico y metodológico de la economía. Así, autores como Elsner, Heinrich y Schwardt (2015) y Orrell (2019), entre otros, han propuesto formas alternativas que pueden propiciar realmente un avance significativo en la estructura de los contenidos temáticos de la economía desde las perspectivas compleja y cuántica, respectivamente.

La obra de Elsner *et al.* (2015), más bien un libro de texto de microeconomía con peculiares características, ofrece un conjunto de enfoques evolutivos, institucionales, neoclásicos y complejos. Su contenido es muy amplio y su objetivo es presentar los principios microeconómicos de economías complejas. Puede afirmarse que el texto puede servir de base para un curso típico de microeconomía en cualquier facultad, escuela o departamento de economía de cualquier universidad, pública o privada, del país.

Por supuesto, la literatura sobre la perspectiva compleja de la ciencia económica es muy amplia actualmente. De la literatura citada en este mismo artículo se pueden nombrar los trabajos de Elsner (2017), Martínez Solano (2016), Bruno, Faggini y Parziale (2016), Sánchez Alcázar (2014), Arthur W. Brian (2013), y Terna (2013), como algunas de las aportaciones de diversos autores que han contribuido, desde hace algunos decenios, al estudio de la ciencia económica a partir del enfoque de la complejidad. Cabe aclarar que actualmente la literatura disponible sobre la temática aquí tratada es sumamente amplia, tanto en español como en inglés, sobre todo en este último idioma. Aquí se van a enfatizar dos aportaciones: la obra de Elsner *et al.* (2015) y el artículo de Bruno, Faggini y Parziale (2016), ambas con licencia libre en la red.

Además de la introducción precedente, en la sección siguiente se da a conocer un panorama muy general sobre cierta literatura que ha aparecido como antecedente de la economía de la complejidad, sobre todo enfatizando las aportaciones de autores del área. La última parte cierra con las conclusiones logradas y, finalmente, se dan a conocer las referencias consultadas.

Complejidad y pensamiento económico

¿Se han interesado los economistas clásicos y neoclásicos por el desarrollo de la economía de la complejidad? ¿El avance de la economía de la complejidad ha quedado

en manos de los economistas heterodoxos? ¿Quiénes son los economistas que han hecho aportaciones al análisis complejo de la ciencia económica? El capítulo 12 del texto de Elsner *et al.* (2015) está dedicado enteramente a llevar a cabo un recuento de los temas de la complejidad a lo largo del desarrollo histórico del pensamiento económico, tema escasamente tratado en los cursos al respecto en la formación de economistas profesionales. Una síntesis de dicho capítulo proporciona una panorámica de lo que han sido las aportaciones de economistas críticos constructivos en el sentido de la economía de la complejidad, hayan pertenecido a la escuela que haya cobijado sus intenciones; lo importante consiste en conocer la forma en que han aportado ideas al desarrollo de la economía de la complejidad.

De acuerdo con un esquema de la estructura del texto de Elsner *et al.* (2015), que se encuentra en la página xviii, es necesario cubrir primero los capítulos 10 (Complejidad I) y 11 (Complejidad II) como antecedentes del susodicho capítulo 12. En efecto, el capítulo 10, titulado “Un universo de economías: Interdependencia y complejidad, trayectorias de los sistemas, caos y autoorganización”, lo dedican los autores al planteamiento de los siguientes cuatro tópicos: 1) Algunas bases de economía de la complejidad frente a la teoría económica neoclásica: topología, procesos evolutivos, y límites y barreras de la racionalidad perfecta. 2) Información local y global, los enfoques de la economía neoclásica y de la complejidad, y la dinámica de sistemas complejos. 3) Un modelo de equilibrio perfecto cuasi-neoclásico basado en información global e interdependencia directa. 4) Una solución de política y la solución de instituciones emergentes. De esta forma, los autores discuten los conceptos centrales de dinámica, evolución y complejidad, muy necesarios para el posterior desarrollo de la obra.

Para abundar aún más en los conceptos anteriores, el capítulo 11 amplía la visión de la economía de la complejidad, cuyo título es “Dinámica, complejidad, evolución y emergencia: El papel de la teoría de juegos y de los métodos de simulación”. A lo largo de cinco secciones y una conclusión, en estos temas se discuten los siguientes puntos: 1) El cuadro se hace más complejo. 2) Aspectos formales de los sistemas dinámicos y complejos. 3) Los orígenes del orden, la turbulencia y la complejidad. 4) Modelación de la complejidad. 5) Por qué importa: la lucha del agente con su ambiente complejo. En este punto es necesario hacer mención de la importancia que tiene para los autores la teoría de juegos. No es ésta una rama de la teoría matemática aplicada solamente, ni tampoco la consideran como una alternativa única para explicar ciertas interdependencias en estructuras de mercado oligopólicas como única alternativa de aplicación en el mundo de la microeconomía. El empleo de la teoría de juegos en el contexto de la economía de la complejidad va mucho más allá. Sean juegos cooperativos, no cooperativos, simétricos, asimétricos o de cualquier naturaleza, la teoría se convierte en un elemento clave para entender ciertas conductas de parte de los agentes económicos a lo largo de todo el texto.

Con los antecedentes conceptuales de los dos capítulos anteriores, el capítulo siguiente, el 12, como queda establecido líneas arriba, gira en torno de la evolución histórica de lo complejo en el pensamiento económico. Titulado “Temas sobre complejidad en la historia del pensamiento económico: Vistazos a A. Smith, T. B. Veblen,

J. A. Schumpeter y otros”, el capítulo muestra, por principio, las aportaciones al estudio de la complejidad económica de 13 economistas que han enriquecido el pensamiento económico: 1) Adam Smith: el modelo clásico de los orígenes y emergencia de las instituciones, y el significado moderno del enfoque clásico. 2) Thomas R. Malthus: introducción de los principios biológicos básicos. 3) Karl Marx: los principios de la evolución sistémico-histórica y la capacidad de la acción colectiva. 4) Carl Menger: el enfoque temprano del enfoque evolutivo individualista de los austriacos. 5) Alfred Marshall: “la economía biológica” como la “Meca” de la economía. 6) Thorstein B. Veblen: fundación de la economía evolutivo-institucional. 7) John M. Keynes: los microfundamentos complejos de la macro —nivel de precios, tasa de interés y el empleo bajo incertidumbre— y la hipótesis post-keynesiana de la inestabilidad financiera. 8) Joseph A. Schumpeter: el proceso complejo mediante la innovación del “empresariazgo” —vinculación de la corriente principal neoclásica y la evolución—. 9) Karl Polanyi: la economía de “mercado”, la desincorporación del mercado y su caída. 10) Gunnar Myrdal: desarrollo de la dependencia de trayectoria de los sistemas complejos —causaciones acumulativas circulares—. 11) Herbert A. Simon: complejidad, racionalidad acotada y la “satisfacción”. 12) Nicolas Georgescu-Roegen: la economía como sistema abierto y su entropía. Y 13) Karl W. Kapp: el enfoque de sistemas abiertos, la entropía y los “costos sociales de la empresa privada”.

Hasta aquí las principales referencias; pero se antoja la siguiente pregunta: ¿son todos realmente, o hay más economistas que han influido el pensamiento complejo de la economía? En este mismo capítulo se encuentra la respuesta. En la última sección del capítulo, titulada “Más contribuciones a la microeconomía de la complejidad”, los autores traen a colación la mención de otras contribuciones a la economía de la complejidad, en donde se citan las siguientes: 1) Posterior desarrollo de la modelación clásica y marxista: Piero Sraffa. 2) Posterior desarrollo del institucionalismo vebleniano: John Commons y Clarence Ayres. 3) Posterior desarrollo de la macroeconomía y el keynesianismo: Michal Kalecki, Nicholas Kaldor, Luigi Pasinetti, Richard Goodwin y Hyman Minsky. 4) Desarrollo de la economía neoclásica hacia una mayor complejidad: Vilfredo Pareto. Se completa, así, una visión más integrada de la evolución del pensamiento económico complejo. Cabe hacer notar que el economista en ciernes, el futuro profesional de la ciencia económica, nunca es expuesto a un panorama semejante sobre la evolución de las principales ideas de la economía de la complejidad, ya sea porque no se dispone del tiempo apropiado o debido a las estructuras curriculares rígidas. En este aspecto, queda aún mucho por hacer en las facultades, escuelas y departamentos de economía de las universidades del país.

Sin embargo, todavía se pueden encontrar aportaciones a la economía de la complejidad de economistas importantes y que los autores agrupan en un cuadro al final del capítulo 12. Sin embargo, advierten los autores que los grandes fundadores de la economía de la complejidad fueron no sólo profundos teóricos sino también profundos epistemólogos. Asimismo, son conscientes de lo que ofrecen los listados, pues aceptan que tales listados se pueden ampliar con la introducción, por ejemplo, del enfoque histórico que se deriva de la escuela histórica alemana o de la escuela aus-

tríaca (von Hayek), y así con otras aportaciones importantes. Concluyen los autores que la obra no apunta a ese objetivo. Las características del cuadro se plasman en la tabla siguiente.

Tabla 1

<i>Sistema paradigmático</i>	<i>Representantes originales (los no mencionados antes están entre paréntesis)</i>	<i>Representantes posteriores (los no mencionados antes están entre paréntesis)</i>
Economía política clásica	Smith, Malthus, (Ricardo), Marx, (Mill)	Sraffa
Economía marxista/economía política radical	Marx	Kalecki, Sraffa, Goodwin
Escuela(s) histórica(s) (alemana)	(Schmoller)	(M. Weber)
Institucionalismo evolutivo	Veblen, Commons, Ayres	Myrdal, Polanyi, Georgescu-Roegen, Kapp, Minsky, Simon
Keynes, economía keynesiana, economía post-keynesiana	Keynes, Sraffa, Kalecki, (Robinson)	Kaldor, Goodwin, Pasinetti, Minsky
Desarrollo evolutivo, neo schumpeterianos, economía schumpeteriana	Schumpeter	Polanyi, Myrdal, Kapp, Simon
Economía evolutiva austriaca	Menger	(Hayek)
Vuelco de la complejidad en la economía neoclásica	Marshall, Pareto	(...)

En el artículo sobre la complejidad en la ciencia de la economía, Martínez Solano (2016) lleva a cabo un análisis detallado de las aportaciones de von Hayek y Simon al estudio y la comprensión de la complejidad en el contexto de la economía. Específicamente, la sección dedicada a von Hayek, con el título de “Orden espontáneo y complejidad”, Martínez Solano la desarrolla en tres partes. 1) Las ciencias de los fenómenos complejos: consideración de la complejidad. 2) Orden espontáneo y competencia: el papel del mercado. 3) Crítica de la planificación y el diseño. El texto profundiza en el pensamiento de von Hayek en relación con la complejidad y su enfoque en la teoría económica.

Todo el mundo identifica al término “racionalidad limitada” como una de las aportaciones importantes de H. A. Simon en contraposición a la racionalidad ilimitada del agente económico al momento de tomar una decisión. Martínez Solana cita a Simon al afirmar que la racionalidad limitada es “lo que quiere decir la racionalidad en situaciones donde la complejidad del medio es inmensamente más grande que las capacidades de computación del sistema adaptativo”, lo cual da lugar a la incertidumbre como parte esencial del concepto de racionalidad limitada. Para Martínez Solano, el modo particular de Simon de abordar el tema de la complejidad descansa sobre la idea de jerarquía, tanto desde una perspectiva ontológica como desde una vertiente epistemológica y metodológica. De esta manera, la descomponibilidad casi completa es la propiedad ontológica que todas las jerarquías tienen en los sistemas complejos.

Por otra parte, la cuestión epistemológica reside en cómo los científicos pueden investigar los sistemas complejos que muestran una estructura casi-descomponible. Se puede considerar al artículo de Simon de 1962 como un antecedente de fundamental importancia para la docencia, discencia e investigación sobre la complejidad de la ciencia económica.

Microeconomía de la complejidad

Por naturaleza, el sistema económico es complejo. La complejidad se halla de forma omnipresente en el ámbito de las operaciones económicas, independientemente del nivel considerado. ¿Cómo entender la complejidad? ¿Qué se entiende por sistema complejo? No existe una definición concisa que defina el término “complejidad”. Se puede, sin embargo, enunciar una serie de características que ayuden a concretar lo que significa complejidad.

Bruno *et al.* (2016) consignan cinco aristas que caracterizan a los sistemas complejos: 1. Número grande de componentes. 2. Emergencia. 3. Sistemas abiertos. 4. Dependencia de trayectoria. 5. Leyes de potencia. Al primer componente lo subdividen las autoras en no linealidad, bucles retroalimentadores y autoorganización. Cabe señalar que, a diferencia de otros investigadores sobre el tema que no prestan importancia a las leyes de potencia, el artículo hace referencia explícita al tema. No se hará mayor referencia a este tema en este trabajo, pero sí se pone énfasis en la utilidad del concepto en la formación de economistas desde el punto de vista práctico. Mayor información, así como ejemplos relacionados con el tamaño de las ciudades, con el tamaño de las empresas y con los movimientos del mercado bursátil, se encuentran en el magnífico trabajo sobre el tema de X. Gabaix (2016).

En el artículo titulado “Modelación de la complejidad en economía: el estado del arte” de Bruno *et al.* (2016) se enlistan, como se deja claro antes, cinco elementos que se asocian con los sistemas complejos: gran número de componentes, emergencia, sistemas abiertos, dependencia de trayectoria y leyes de potencia. Estas economistas dividen su artículo en secciones que proporcionan una visión exacta de los principales aspectos de cómo debe entenderse la complejidad económica, su modelación y, sobre todo, de qué forma se pueden diseñar políticas públicas en sistemas económicos complejos.

Para estas autoras:

[...] el propósito de la teoría de la complejidad consiste en explicar, desde una perspectiva multidisciplinaria, cómo puede surgir el comportamiento complejo y adaptativo en los sistemas compuestos por un gran número de componentes relativamente simples sin control central y con interacciones complicadas.

Esta visión corresponde a la externada por muchos estudiosos de la complejidad en general. Sin embargo,

[...] en economía, la teoría de la complejidad plantea un reto a los supuestos fundamentales de la ortodoxia (equilibrio, agentes representativos, decisiones racionales) y busca ir más allá de ellos, al enfatizar la potencia de las redes, los mecanismos de retroalimentación y la heterogeneidad de los individuos.

Como se mencionaba en párrafos anteriores, la alternativa de la economía de la complejidad tiene su punto de partida en los puntos clave de la ortodoxia neoclásica, pero va más allá al incorporar los principales conceptos que la caracterizan, como son la emergencia, la adaptación, la autoorganización, los patrones de comportamiento, los agentes, las redes, la totalidad, las interacciones interdependientes entre partes divergentes pero conectadas, el aprendizaje y la memoria, el cambio y la evolución, el holismo y la sinergia.

Al profundizar aún más en la teoría de la complejidad, Bruno, Faggini y Parziale dejan dicho que la “teoría de la complejidad es un programa de investigación sumamente interdisciplinario que comprende un amplio campo de teoría, trabajo empírico y métodos”. Obsérvese cómo las autoras enfatizan, de una forma u otra, la naturaleza multidisciplinaria e interdisciplinaria de la teoría de la complejidad; no obstante, no discuten lo que quieren significar con ambos términos, más allá de una idea que integra diversas disciplinas y profesiones varias. No sorprende que quien escribe sobre teoría compleja, relacione sus conceptos con la idea de sistema y discuta el concepto de sistema complejo, lo cual no se ve soslayado por estas autoras. De esta forma, para ellas un sistema complejo “se compone de muchas partes que interactúan y se adaptan unas con otras, lo que afecta sus ambientes individuales propios y, por lo tanto, sus propios futuros”. Una conclusión importante tiene que ver con que la complejidad no surge solamente de las propiedades de los componentes individuales, sino de sus interrelaciones, que es lo que da forma al comportamiento complejo.

¿Qué tipo de características podemos asociar con los sistemas complejos? Algunas de ellas ya han sido mencionadas en párrafos anteriores; la pregunta tiene que ver con la pertinencia de las mismas para el caso de la ciencia económica. Bruno, Faggini y Parziale llevan a cabo una interesante síntesis de un conjunto de cinco particularidades que distinguen a los sistemas complejos. La primera tiene que ver con un gran número de componentes; en esta primera característica incluyen las relaciones no lineales (el principio de la superposición no funciona), los bucles de retroalimentación (una parte de un sistema recibe retroalimentación cuando sus vecinos interactúan con él, en etapas posteriores depende de cómo interactúa con ellos en una etapa anterior) y la autoorganización (cuando un sistema se caracteriza y actúa mediante muchos elementos adaptativos). La segunda se refiere a la propiedad de la emergencia (naturaleza dinámica de las interacciones entre los componentes del sistema). La particularidad de sistema abierto es la tercera (sistemas que interactúan con otros sistemas o con el ambiente exterior). La cuarta hace referencia a la dependencia de la trayectoria (en donde se está hoy es resultado de lo que sucedió en el pasado) y, finalmente, la quinta tiene que ver con las leyes potenciales (los pequeños sucesos son extremadamente comunes, en tanto que los grandes son raros).

En resumidas cuentas,

[...] los sistemas complejos son dinámicos, son sistemas no lineales con equilibrios múltiples, evolucionan en el tiempo y el espacio, se autoorganizan a partir de interacciones locales y se hallan fuertemente caracterizados por dependencias históricas, dinámicas complejas, umbrales y equilibrios múltiples (Bruno et al., 2016).

En consecuencia, se han desarrollado nuevas metodologías para abordar la naturaleza de los sistemas complejos: la modelación basada en agentes (también conocida como simulación computarizada), los autómatas celulares, la teoría de catástrofes, los sistemas complejos adaptativos, la minería de datos, la teoría de los sistemas dinámicos (conocida como teoría del caos), la geometría fractal, los algoritmos genéticos, las redes neuronales artificiales (conocidas como inteligencia artificial distribuida), las leyes potenciales, las redes con escala libre, la criticalidad autoorganizada y la sinérgica.

Por supuesto que lo dicho para sistemas complejos en general tiene validez para estudiar la complejidad del sistema económico. Para hacer posible su conocimiento, es necesario utilizar los modelos apropiados. A lo largo del pensamiento económico los modelos utilizados se pueden ubicar en tres categorías: los modelos visuales, los modelos matemáticos o teóricos y los modelos empíricos. En los últimos decenios se ha desarrollado un cuarto tipo de modelo: el modelo basado en la simulación por computadora, al cual se le considera ser la forma natural para manejar la complejidad de los sistemas económicos, sobre todo el modelo basado en agentes (MBA).

¿Qué implicaciones tiene la consideración del sistema económico como un sistema complejo para la adopción de políticas públicas? Con base en todo lo que se discutido hasta ahora, las políticas públicas no se podrán diseñar con los parámetros teóricos y prácticos sugeridos por la teoría económica de la corriente principal; es necesario ahora adoptar una perspectiva totalmente diferente que arroje nuevas formas para el diseño y la implementación de las políticas públicas para que se puedan generar mejores resultados, basados en políticas públicas más integradas y con una visión holística.

Más sobre microeconomía de la complejidad

Es un hecho, aceptado por todos en la profesión, que la docencia y la discencia de la ciencia económica requieren, como se afirma líneas arriba, de un cambio de paradigma, de una revolución que nos lleve a reflejar más la realidad económica en el estudio de su naturaleza. En este contexto, la aportación de W. Elsner *et al.* (2015) representa no sólo un libro de texto novedoso en su capitulado, sino un instrumento académico que puede estar llamado a revolucionar el proceso docente y los mecanismos discen-tes alrededor de lo que ha significado la microeconomía; en el título mismo se aprecia la idea básica: *La microeconomía de las economías complejas*, con un fundamento realmente de alto contenido pedagógico-didáctico.

En un largo y profuso prefacio, titulado *Una microeconomía “post-crisis” de la complejidad*, los autores describen a grandes rasgos los puntos más importantes de las cinco partes de la estructura global de la obra y la distribución de los 18 capítulos en

cada una de ellas. La parte I (Bases de la economía interdependiente y sus procesos) contiene cuatro capítulos: “Las ideas básicas”, “La teoría de juegos I”, “Estructuras problemáticas” y “Mundo real”. La parte II (Mercados: teoría del equilibrio general y las estructuras de los mercados del mundo real) contiene tres capítulos: “Teoría del equilibrio general neoclásica”, “Crítica de la teoría del equilibrio general” y “Los mercados del mundo real”. La parte III (Más herramientas y análisis de las economías complejas) se desarrolla a lo largo de cuatro capítulos: “La teoría de juegos II”, “La simulación”, “La complejidad I” y “La complejidad II”. La parte IV (Historia del pensamiento y modelos contemporáneos en la economía de la complejidad) tiene tres capítulos: “Historia del pensamiento”, “Los modelos centrales” y “Mesoeconomía”. Finalmente, la parte V (Más aplicaciones: información, innovación, políticas y metodología) presenta cuatro capítulos: “Recursos abiertos”, “Sistemas de innovación”, “Las políticas” y “Cómo trabajar con el conocimiento de la microeconomía compleja: teorías, empírica, aplicaciones y acciones”.

Cuando los autores discuten algunos puntos en particular en la página xvii, de los cinco puntos es necesario resaltar el referido al capítulo 9 sobre la simulación, por la importancia que tiene este tema con la DS y la economía cuántica. En efecto:

[...] al discutir la preparación de este libro también consideramos el capítulo sobre simulación (capítulo 9) como uno de los puntos centrales de la parte metodológica (parte III) del libro. Pero los profesores deben saber exactamente lo que pueden aquí esperar. Hacemos un recuento de modelos con base en la literatura. También, habilitamos a los estudiantes para recrear simulaciones, pero de manera muy concisa y corta. Así, estudiantes y profesores necesitarán emplear recursos adicionales, muchos de los cuales están, sin embargo, disponibles en la red de forma libre, ya que no podemos, por supuesto, cubrir detalladamente la programación en un libro de texto de economía. Hemos codificado, en el lenguaje Python, el cual está disponible gratuitamente y es usado ampliamente (Elsner et al., 2015).

A lo largo de las páginas xxvii, xxviii y xxix W. Elsner *et al.* ofrecen lineamientos didácticos para trabajar con el libro de texto en los niveles introductorio (¿licenciatura?), intermedio (¿licenciatura?) y avanzado (¿maestría?, ¿doctorado?), y en diferentes tipos de cursos, con una programación de contenidos para los diferentes formatos. Asimismo, este libro de texto, a diferencia de los materiales que se conocen, da a conocer largas listas de referencias pertinentes en cada capítulo de autores que no forman parte de la corriente principal pero sí de autores que a lo largo del desarrollo del pensamiento económico han aportado al estudio de la complejidad, la visión evolutiva y el institucionalismo, o sea, autores de la heterodoxia, lo cual hace de la obra un material realmente útil para la formación de economistas profesionales. También se encuentran materiales complementarios en sitios de la red tanto para profesores (manual) como para estudiantes.

Dos aspectos del libro de texto de W. Elsner *et al.*, que vale la pena resaltar, tienen que ver con la forma de considerar la teoría de juegos complejos (capítulos 2 y 8) y la consideración de la “mesoeconomía” (capítulo 14), término desconocido por cual-

quier estudioso de la ciencia económica, ya que todo economista está familiarizado con los conceptos de microeconomía y macroeconomía.

Es común que el tema de teoría de juegos se imparta en cursos sobre el tema como una rama aplicada de las matemáticas; la única relación con los fundamentos teóricos de la economía tiene que ver con los modelos duopólicos de Cournot (basados en la asignación de cantidades) y Bertrand (basado en la precificación). Se considera un tema alejado de la teoría económica, lo cual no sucede en el texto de W. Elsner *et al.* (2015): la teoría de juegos es un componente indispensable para analizar los procesos decisivos de agentes económicos interdependientes en estructuras complejas, evolutivas e institucionales.

Conclusiones

Es un hecho la existencia de abundante literatura que aborda la ontología, la epistemología y la metodología de la ciencia económica desde su naturaleza compleja. Si bien el enfoque neoclásico ha aportado elementos teóricos y prácticos que han permitido el avance del desarrollo de la economía como ciencia social, se reconoce que se requiere de la evolución de la economía hacia una mayor profundización de la economía desde la perspectiva del análisis de su complejidad, con todo lo que el término significa. Antecedentes y aportaciones de diversos economistas están disponibles de forma gratuita en la red.

Asimismo, el análisis de las aportaciones de diversos autores realizado en el presente trabajo deja claro que es urgente el cambio de metodologías en la investigación, docencia y discencia en el ámbito de la ciencia económica. No significa esta posición un rechazo tajante de la corriente principal: no es la forma en que, según el enfoque kuhniano avanza el pensamiento científico, tanto en la ciencias naturales como en las sociales, la economía incluida. Son muchas alternativas y escuelas que han aportado, históricamente, al conocimiento de la economía de la complejidad, tanto teórica como empíricamente.

En este último aspecto vale la pena destacar, entre otros elementos, los modelos basados en los agentes y aquellos que toman en consideración la teoría de redes, así como la gran cantidad de paquetes informáticos disponibles para realizar las aplicaciones necesarias. En este sentido, además del lenguaje *python* enfatizado en la obra de Elsner *et al.* (2015), Pavón Mestras *et al.* (2012), para procesos de simulación en la economía de la complejidad, mencionan una larga lista de paquetes informáticos disponibles para la investigación, la docencia y la discencia de la economía de la complejidad y los mecanismos de simulación del comportamiento de los agentes económicos. Los programas informáticos citados van desde el Swarm del Instituto de Santa

Fe, hasta el MASS (Multi-Agent Simulation Suite), pasando por el Repast, el Netlogo, el AnyLogic² y otros más.

Referencias bibliográficas

- Arthur, W. Brian. (2013). *Complexity Economics: A Different Framework for Economic Thought*. SFI Working Paper 2013-04-012, pp. 1-22.
- Bruno, Bruna, Faggini, Marisa, y Parziale, Anna. (2016). Complexity Modelling in Economics: The State of the Art. *Economic Thought*, 5(2): 29-43.
- Elsner, Wolfram. (2017). Complexity Economics as Heterodoxy: Theory and Policy. *Journal of Economic Issues*, 41(4), diciembre, pp. 939-978.
- Elsner, Wolfram, Torsten, Heinrich, y Henning, Schwardt. (2015). *The Microeconomics of Complex Economies. Evolutionary, Institutional, Neoclassical, and Complexity Perspectives*. Amsterdam: Academic Press is an imprint of Elsevier, pp. i-xxxii, y 1-566.
- Epstein, Joshua M. (1999). Agent-Based Computational Models and Generative Social Science. *Complexity*, 4(5): 41-60.
- Gabaix, Xavier. (2016). Power Laws in Economics: An Introduction. *Journal of Economic Perspectives*, 30(1), febrero, pp. 185-206. doi: 10.1257/jep.30.1.185.
- Martínez Solano, José F. (2016). La complejidad en la ciencia de la economía: De F. A. Hayek a H. A. Simon. En: González, Wenceslao J. (Ed.), *Las ciencias de la complejidad: Vertiente dinámica de las ciencias de diseño y sobriedad de factores* (pp. 233-266). Serie de Filosofía y Metodología de la Ciencia. La Coruña, España: Netbiblo. <http://eprints.lse.ac.uk/65791/>
- Olmedo Fernández, Elena, Valderas, Juan Manuel, y Mateos de Cabo, Ruth. (2004). La economía en el marco de la ciencia compleja. *Encuentros Disciplinarios*, núm. 17, mayo-agosto, pp. 1-6.
- Pavón Mestras, Juan, López Paredes, Adolfo, y José Ordax, Manuel Galán. (2012). Modelado basado en agentes para el estudio de sistemas complejos. *Novática*, núm. 218, pp. 13-18.
- Sánchez Alcázar, Eugenio José. (2014). *Economía y complejidad: Algunas implicaciones para el diseño de las políticas de desarrollo internacional y de cooperación*. Universidad de Murcia-Departamento de Economía Aplicada. https://www.uhu.es/iicied/pdf/4_13_econom.pdf
- Simon, H. A. (1962, diciembre 12). The Architecture of Complexity. *Proceedings of the American Philosophical Society*, 106(6): 467-482.

2 Profesor-investigador de tiempo completo titular “C”, con estudios doctorales en economía (PhD) y en educación. Departamento de Economía. Miembro del Cuerpo Académico 116: “Teoría económica y desarrollo sustentable”. Seminario “Prospectiva, Pensamiento Complejo y Transdisciplina”. Departamento de Economía. Curso virtual, septiembre 18 – octubre 16 de 2020. Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas (CUCEA). Universidad de Guadalajara. Correo electrónico: cortesfregoso@hotmail.com. Tel. 3337703300 Ext. 25293, abril 2020.

- Terna, Pietro. (2013). A Complex Lens for Economics, or: About Ants and Their Ant-hill. *Spazio Filosofico*, pp. 167-177.
- Turrell, Arthur. (2016). Agent-based models: Understanding the economy from the bottom up. *Quarterly Bulletin*, núm. Q4, pp. 173-188.