

# **BIOECONOMÍA: SIMBIOSIS CIENTÍFICA DE COMPLEJIDAD, ORGANISMOS Y COMPORTAMIENTO**

*Eduardo Bueno Campos*

*Catedrático de Economía de la Empresa. Universidad Autónoma de Madrid*

## **1. INTRODUCCIÓN**

El nacimiento, desarrollo y evolución de la sociedad del conocimiento a lo largo del siglo pasado y en estos primeros años del XXI, así como de la Tecnociencia, expresión postmoderna que explica la nueva forma de desarrollo científico y de llevar a cabo la investigación y la innovación en el Sistema I+D+i de nuestro tiempo, a la vez que el especial protagonismo de las ciencias biológicas y de los enfoques actuales sobre conocimiento y complejidad, junto, como es consecuente, la incorporación en la filosofía y sociología de la ciencia de la “ciencia nueva”, como indican Prigogine y Stengers (1986), del pensamiento sistémico y del enfoque transdisciplinar, han provocado, en suma, un cambio paradigmático en la forma de entender la ciencia, el “oficio de científico” (Bourdieu, 2001) y, en definitiva, como se construye el conocimiento científico y lógicamente el humano gracias a la convergencia y aportaciones de ciencias antes separadas o poco relacionadas, ahora conectadas e integradas en una nueva concepción sistémica de la ciencia (Boulding, 1956) o en una “nueva alianza científica”, observable por formas de investigación de grupos interdisciplinarios, en los que biólogos, químicos y físicos, junto a otros científicos, matemáticos, cibernéticos y de las ciencias sociales, entre otros, hacen de la ciencia su oficio, conversan, colaboran y crean conocimiento, unos con otros, en proyectos complejos, de naturaleza tecnocientífica y pluridisciplinar.

Es evidente que esta “ciencia nueva” o “nueva alianza científica” incorpora el pensamiento de la ciencia de la complejidad y el método y modelo biológico de las relaciones “causa efecto” de aplicación al estudio del desarrollo de todo tipo de organismos naturales y sociales (Lewontin, 1998), enfoque que permitirá el estudio de los “sistemas emergentes” que caracterizan la nueva concepción científica (Johnson, 2001).

Esta metamorfosis de la ciencia en las últimas décadas, explicable de forma metafórica con ejemplos de “simbiosis” y de “biomimetismo”, al integrar conocimientos y disciplinas que se han ido desarrollando, de forma más o menos aislada o separada unas de otras, está representando una nueva perspectiva epistemológica y una nueva forma de llevar a cabo la estrategia y método de investigación en la ciencia económica en general y, en particular, en dirección y organización de empresas. Nueva perspectiva que de forma creciente hace presencia en la producción científica en economía, cuestión que no es nueva para la misma, dado que el citado “biomimetismo” o referencia al método de análisis biológico ya se remonta a finales del siglo XIX, cuando Alfred Marshall (1890), entre otros, alertaba sobre la conveniencia del uso de aquél, dada la naturaleza de la disciplina más que la tendencia observada de aplicar básicamente el “método de los físicos”. Cuestiones que se irán ampliando en las páginas siguientes, que pretenden justificar las razones de la propuesta de la expresión BioEconomía y de los tres conceptos fundamentales que explican esta “simbiosis”: Complejidad, Organismos y Comportamiento que, como se verá, caracterizan la “economía y sociedad del conocimiento” en este milenio.

## **2. BIOMIMETISMO EN EL PENSAMIENTO ECONÓMICO: RAZÓN DE LA BIOECONOMÍA**

La elaboración de este trabajo supone poner de manifiesto la importancia observable del nuevo enfoque en el análisis económico y administrativo que está recibiendo la ciencia económica desde la última década del siglo pasado hasta el presente, basada en el pensamiento complejo y en la perspectiva biológica, como referencia científica para explicarla y como método de investigación o

como enfoque de conocimiento relacionado con las personas y los organismos sociales, es decir, con lo vivo y su comportamiento, complejidad y evolución.

Este enfoque no es nuevo, ya que se arraiga en la economía de manera formal desde, al menos, el siglo XIX gracias a la preclara aportación de Alfred Marshall (1890) e, inclusive, como indica Schumpeter (1954), desde la propia filosofía griega en la que la economía, como ciencia o arte, se entroncaba con aquélla como estudio sobre la naturaleza de la sociedad o como expresión de la reflexión filosófica que la ciencia económica efectúa, dado que trata del hombre como ser, es decir, con sus aspectos psicológicos y sociológicos.



*D. Eduardo Bueno Campos*

En consecuencia, esta perspectiva se centra en el análisis de cómo se produce la creación y desarrollo de los organismos económicos, y en los que se pueden observar de forma mimética como se lleva a cabo su evolución, como si de seres vivos, se tratara, aunque estas organizaciones u organismos sociales sean artificiales, pero es la naturaleza humana la que está en ellos tal y como el autor alemán nos recuerda citando a Hume (1740), aserto con el que comienza a introducirse el “biomimetismo” en economía.

En esta línea Marshall, como se ha indicado más atrás, fue el pionero, del nuevo enfoque contemporáneo de la “BioEconomía” o del “biomimetismo” en economía y dirección de empresas. También, en esta línea, introdujo el pensamiento complejo en economía, aspectos en los que, posiblemente, influyó su sólida formación matemática y filosófica y sus contactos con la escuela del “vitalismo” alemán y los economistas y psicólogos teutones de su tiempo. Decía que la “economía es, como ciencia moral, “básicamente un estudio de la humanidad y del hombre (tal y como es)”.

La razón de la BioEconomía se puede apoyar, como aportaciones relevantes del pensamiento económico, en las siguientes:

- Las aportaciones pioneras del enfoque de sistemas y de economía del conocimiento, explicativas del “biomimetismo” de la “ecología económica” y del modelo biológico como explicación de la complejidad en economía. En estas aportaciones, además de Marshall como introductor del “conocimiento” como factor crítico y relevante de la economía moderna, hay que referirse, sobre todo, a Boulding. Este en su obra *Reconstruction of Economy* (1950) nos introduce en los conceptos biológicos, cuando utiliza la referencia a la ecología económica como “sistema de poblaciones”, o

cuando explica las conocidas relaciones marshallianas entre industria y empresas (o bosque y árboles) e, incluso, a entender los organismos sociales u organizaciones, bajo una perspectiva genética, cuando hace la consideración sobre que los genes son la mentes humanas de éstas. Aspectos que le posicionan claramente en la tendencia de Marshall que introduce la Economía del Conocimiento, y como antecedente del paradigma emergente de la “BioEconomía”.

El mismo Boulding introdujo este enfoque en su obra *Economic Analysis* (1941) cuando desarrolla su teoría de los organismos económicos, a partir del enfoque sistémico, clara herencia del biológico. Organismos que estudia con detalle en su naturaleza, taxonomía y evolución. En definitiva, este planteamiento, como el de la ecología es característico del pensamiento sistémico, construido por científicos diversos a principios del siglo pasado y heredero, como es ya conocido, de aportaciones de biólogos, cibernéticos y psicólogos, entre otros, además de matemáticos y físicos, y a los que poco a poco se unieron economistas. (Bueno, 1974 y 1997), enfoque que explica magistralmente el mismo Boulding en su trabajo sobre el “esqueleto de la ciencia”, como “sistema de sistemas científicos y de teorías”, y sobre la necesidad de una teoría general de sistemas para explicar la actual situación sociológica de la ciencia y el papel de cómo reorganizar el conocimiento en la sociedad, en su relación directa con su presencia económica y, sobre todo, en el seno de los organismos sociales u organizaciones que la componen.

- Las aportaciones más recientes y relevantes en dirección de empresas, entre las que se puede citar como casos de “biomimetismo” la aportación clásica de Kast y Rosenzweig (1974), alineados en la escuela de sistemas de la Teoría de la Organización (Bueno, 1997) quienes indican cómo la organización y su evolución representa un caso evidente de un sistema u organismo de gran complejidad, el cual debe ser explicado con el modelo y lenguaje biológico. Cuestión que es ampliada por Hannan y Freeman (1977), como propulsores de la teoría organizativa sobre la “ecología de las poblaciones”. También, en esta línea, se encuentran las aportaciones más actuales sobre el análisis de los procesos de selección natural y de adaptación según la teoría de la evolución en la investigación sobre Organización, caso de Levinthal (1991), incluso de los planteamientos sobre el análisis o teoría de la “co-evolución” entre las organizaciones, según las propuestas y estudios de Lewin y Volberda (1999); Murmann, entre otros (2003), para estudiar la formación de la estrategia, su dirección y las nuevas formas de organización. E, inclusive, y como tema general, la aplicación de la teoría o de la ciencia de la complejidad en la organización, que postula fundamentalmente Anderson (1999). Nuevo enfoque que ha sido desarrollada recientemente por diferentes autores, como sintetizan los trabajos de Lewin y Volberda (1999); Bueno y Salmador (2003)

- En esta línea de “biomimetismo” también es momento de referenciar los Trabajos de Bueno et al. (2004<sub>a</sub> y 2004<sub>b</sub>) que desarrollando el Modelo Intellectus de Capital Intelectual, en diferentes aplicaciones y estudios empíricos, llegan a la observación de la existencia de un conjunto nuclear de elementos y variables que explican prácticamente el Capital Intelectual de la organización estudiada, identificándolo metafóricamente como la “neurona creativa” del valor de los intangibles identificados con el “análisis biomimético” correspondiente.

- Finalmente, hay que recordar las aportaciones que a lo largo del siglo pasado y primeros años del actual se han ido produciendo en torno a la “conducta” o del “comportamiento psicosocial” del agente o sujeto económico, en función tanto desde perspectivas micro como macroeconómicas. En este sentido cabe destacar las de Simon (1947), Von Mises (1949) y Kahnemann (2002), como algunas de las más relevantes.

Simon, Premio Nobel de Economía de 1978, antepuso su teoría de la racionalidad limitada, como base para explicar el comportamiento administrativo, fundamento de las decisiones económicas formuladas por empresarios o sujetos económicos representando a las organizaciones, como sistemas sociales, y en donde la conducta de optimización, de racionalidad, de la teoría de la firma de la

economía neoclásica, es sustituida por la conducta de la satisfacción, fundamentada por la lógica psicosocial o del comportamiento humano.

En esta misma línea hay que recordar, a Von Mises a veces olvidado, y criticado de “psicólogo”, cuando razona, siguiendo la herencia intelectual del “vitalismo” alemán, que la economía es una ciencia de la acción humana, de su práctica, de la sociedad humana y que tiene que buscar explicación sobre la relación entre la ciencia y la vida, para lo que se preocupó de buscar explicación sobre la lógica entre economía y los juicios de valor (es decir, sobre la base de la lógica deóntica), así como entre el conocimiento económico y la economía del conocimiento, en una primera aproximación en su expresión actual con la acción humana.

Para terminar esta justificación introductoria baste con la referencia del Premio Nobel de Economía de 2002, Daniel Kahneman, que ha desarrollado el análisis de los mapas de racionalidad cognitiva, y la prospectiva de los juicios y de la intuición en la elección económica; “razón e intuición” que es la base del nuevo enfoque de la Dirección Estratégica basada en conocimiento o de la teoría emergente de la Dirección del Conocimiento en las Organizaciones (Bueno, 2003).

### **3. COMPLEJIDAD, ORGANISMOS Y COMPORTAMIENTO, COMO CONCEPTOS “SIMBIÓTICOS” EN EL ENFOQUE “BIOECONÓMICO”**

De las ideas precedentes se puede deducir que la ciencia moderna ha ido desarrollando su “metamorfosis”, partiendo de la aceptación de una posible “filosofía de la naturaleza”, heredera del pensamiento hegeliano y base del pensamiento complejo actual; en suma, de la reflexión que permita buscar una relación natural o una dialéctica lógica entre ciencia y naturaleza, también, en otras palabras, una nueva forma de pensar de manera coherente en la inserción del hombre en la naturaleza y en las perspectivas mostradas en el presente por la ciencia (Prigogine y Stengers, 1986). “Ciencia Nueva” que ha ido construyendo, primero por la aceptación de la filosofía como ciencia y de las aportaciones que, a lo largo del siglo XX y en el tiempo breve transcurrido del actual, han proporcionado la biología, neurociencia y psicología teorías que ofrecen perspectivas nuevas y recuperadoras de las primeras inquietudes científicas en el origen de la evolución de la epistemología.

En definitiva, estos enfoques están incorporando un análisis dinámico propio de la actual “epistemología del conocer” (Cook y Brown, 1999), con una nueva aceptación de la lógica dialéctica y del diálogo experimental (Koyré, 1968), al depender el conocimiento de la acción de conocer y al estar sometido a una continua relación con múltiples realidades, percibidas de forma diferente por los atractores y facilitadores que intervienen entre los elementos del sistema observado, relaciones que por su no linealidad y su aleatoriedad construyen un paradigma de complejidad, como ley caracterizadora del universo físico, cuestión central de la ciencia moderna, en la que la Teoría del Caos intenta explicar la lógica científica que permita entender la paradoja del “orden y desorden” que cohabitan en el universo.

Esta nueva concepción científica, conocida por el “paradigma de la complejidad” o el “pensamiento complejo” (Morin, 1990), también ha sido definida por la propuesta de Prigogine junto a Nicolis (1977) como una nueva “filosofía de la naturaleza”. Prigogine y sus colaboradores recuerdan que una de las ambiciones de la filosofía kantiana era la ordenación del paisaje intelectual que la desaparición de Dios, creador racional garante de las ciencias de la naturaleza, había dejado en pleno caos a la Ciencia. Ésta, según Kant, no dialoga con la naturaleza, sino que le impone su lenguaje. El conocimiento de los conceptos a priori derivados de lo que él definió como la Teoría de la Razón Pura, es en sí mismo un conocimiento vacío; duda que le llevó a introducir los conceptos a posteriori expresados en su Teoría de la Razón Práctica.

Parece que la voluntad de simplificación del conocimiento científico, aceptada la misión de desvelar la simplicidad escondida detrás de la multiplicidad y el aparente desorden de los fenómenos

naturales y sociales, que son también naturales, ha perdido su razón denominante. La ciencia, privada de Dios tuvo que crear la nueva mitología, basada en que había algo perfecto y eterno: el universo mismo; por lo que, en consecuencia, hay que descubrir la gran ley que ordene el sentido del mismo.



*Ponentes integrantes de la primera Mesa en el Seminario-debate multidisciplinar (de izquierda a derecha): J. Alfonso Delgado, Mansour Mohammadian, Roberto Marco (moderador), Félix Hernández y Eduardo Bueno*

Hoy los científicos, especialmente los físicos, tratan de encontrar la conexión entre las diferentes leyes. En este sentido se ha creído encontrar la unidad de base en la molécula. Después, se ha revelado que la misma se compone de átomos, luego que el átomo era un sistema muy complejo y con mucho espacio para seguir investigando, ahora tratamos de quarks, subquarks y neutrinos ¿Mañana?... El átomo es una entidad difusa, compleja, que no llegamos a aislar. La aventura científica sigue y es difícil entenderla en términos de simplicidad y de determinismo, siguiendo la lógica de Descartes que explica el funcionamiento del universo como una máquina perfecta, de gran influencia en el pensamiento científico que siguió a sus aportaciones.

Por todo ello, para entender la complejidad, hay que investigar y conocer los organismos, con sus procesos de desarrollo, su evolución, tanto naturales (vivos) como sociales, “biomimetismo” que obliga a introducir las relaciones “causa efecto” entre los elementos que componen su estructura o sistema y con su medio o entorno, lo cual permitirá entender sus procesos evolutivos, coevolutivos y autopoieticos, así como sus funciones homeostáticas, autorreguladoras y propias del comportamiento de dichos organismos.

Estos comentarios y estas reflexiones, aún emergentes y provisionales de este trabajo, por estar sujetas a un proceso de refutación y de diálogo experimental, abren la puerta de un nuevo enfoque heredero de las anteriores perspectivas epistemológicas, enlazando con la “epistemología clásica” y con la del “conocer” antes expuesta, y coherente con la “nueva ciencia” o con un nuevo sistema de conocimiento científico y humano, interpretado por las nuevas disciplinas emergentes en la primera mitad del siglo XX y que han ido madurando y evolucionando con una dinámica cognitiva hacia la ciencia de la complejidad y la teoría del caos (Gleick, 1987; Çambel, 1993 y Lorenz, 1995). Evolución que en el caso de la economía tuvo un origen evidente, como ha sido expuesto, en los Principios de Economía de Marshall (1890).

#### **4. CONCLUSIONES Y PROPUESTA DE DESARROLLO**

La citada perspectiva biomimética también llamada de la “complejidad, como el propio pensamiento complejo, construye las nuevas bases de la aproximación metodológica y de la nueva

perspectiva de la teoría del conocimiento, como nuevo sistema científico, así como del proceso investigador y de la capacidad de producción científica del concepto y método que caracterizan la economía del conocimiento. Dicho sistema científico renovado y de estructura abierta se articula a través y con las disciplinas: Teoría de Sistemas, Cibernética y Teoría de la Información (Ashby, 1952; Beer, 1959; Bertalanfy, 1968; Boulding, 1956; Bueno, 1974; Klir, 1969 y Shannon, 1949), y se desarrolla con los nuevos planteamientos de la biotecnología, la genómica, la neurociencia, la antropología social y la antropopaleontología, entre otras ciencias de la vida.

En conclusión, el paradigma de la complejidad, el enfoque basado en el conocimiento humano y organizativo, propio de la biología y psicología del conocer y de la “nueva alianza científica” irá desarrollando una nueva perspectiva epistemológica, ya enunciada, y basada según Morin (1990) en tres principios:

- a) *Dialógico* (asociación de lo que es complementario y de lo que es antagonista, como es el caso de las categorías conceptuadas que se definen por orden y desorden);
- b) *Recursividad organizativa* (productor y producido);
- c) *Hologramático* (no solamente la parte está en el todo, sino que el todo está en la parte). La idea, en consecuencia, del holograma trasciende la del reduccionismo, que no ve más que las partes, y a la del holismo que no ve más que el todo.

En esta línea, Morin recuerda la frase de Pascal: “*No puedo concebir al todo sin concebir a las partes y no puedo concebir a las partes, sin concebir al todo*”. Este principio permite enriquecer al conocimiento de las partes por el todo y del todo por las partes, en un mismo movimiento productor de conocimientos. En definitiva, e intentando centrar el devenir científico de esta nueva perspectiva epistemológica en el ámbito de los organismos sociales y de la creación, desarrollo y medición del conocimiento organizativo, es momento de volver a recordar la metáfora de la máquina como expresión de la concepción del universo funcionando como tal o de forma de terminista perfecta, como explicación científica presentada por Descartes y recuperar la “nueva alianza” por la que el nuevo paradigma científico se apoya, como en parte se ha indicado en ideas anteriores en la “biología del desarrollo”, o como dice Lewontin (1998), para expresarlo en términos “cognitivos y de comportamiento”, en la psicología del desarrollo.

Término “desarrollo” que hay que entenderlo en sentido dinámico y evolutivo, propio de la epistemología de la naturaleza y de la complejidad, por el que metafóricamente se puede interpretar por desenvolvimiento, despliegue o revelado, en suma, como la forma de hacer visible una imagen latente. El uso del concepto “desarrollo” viene a facilitar la forma de explicar de forma descriptiva la metodología de la creación, medición y gestión del conocimiento organizativo, por lo que sólo se podría utilizar para comprender su carácter constructivista, autopoético, coevolutivo y de naturaleza compleja con la metáfora del “desarrollo” o con la expresión Desarrollo del Conocimiento, como explicación, en suma, del proceso natural del modelo moderno de todo sistema complejo, como es el mismo proceso de conocer o el sistema de conocimiento que puede representar un organismo vivo o social.

En definitiva, la vieja metáfora de la máquina ha sido superada por la imagen o alegoría del organismo que puede ser el gen, la neurona o la célula. En nuestro caso el concepto de organización, que también puede ser observada y analizada como un proceso de cambio, como un organismo con un proceso de desarrollo, con una lógica de causa y efecto, como viene proponiendo tanto la biología del conocimiento, como la del desarrollo (Maturana, 1975 y Lewontin, 1998). Esta concepción evolutivo e inclusive coevolutiva, en relación con otros agentes de su ecosistema comienza a ser un pensamiento emergente en esta rama de las ciencias sociales que protagoniza, en gran parte, esta reflexión epistemológica.

Pensamiento emergente sobre la coevolución y el uso del razonamiento de la ciencia de la biología como modelo de referencia metafórica o como enfoque “bio-mimético” para avanzar en la comprensión de la complejidad imperante en la economía actual, denominada economía del conocimiento, y del que pueden verse algunas aportaciones: Aurifeille y Deissenberg (1998); Anderson (1999); Lewin y Volberda (1999); Bueno y Salmador (2000 y 2003); Murmann (2003), aportaciones que han comenzado a introducir la ciencia nueva y la corriente epistemológica que se ha venido proponiendo en las últimas ideas, en las que el modelo y pensamiento biológico, de la biología del conocimiento, de la biología y psicología del desarrollo vienen a justificar el método científico de investigación en esta nueva área de conocimiento en las ciencias sociales, método que se apoya en el enfoque heredado de la Teoría de Sistemas y del pensamiento complejo que permite una adecuada simbiosis científica en esta época protagonista de la Tecnociencia y que podría definir la propuesta de la perspectiva de la BioEconomía, integradora de conceptos y teorías en torno a la complejidad a los organismos, su evolución y desarrollo, y al comportamiento de los agentes de la economía del conocimiento.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- ANDERSON, P.W. (1999) “Complexity theory and organization science”, *Organization Science*, vol. 10, nº 3, may- june, pp. 216-232.
- ASHBY, W.R. (1952): *Design for a Brain*, John Wiley and sons, New York.
- AURIFEILLE, J.M. y DEISSENBURG, J. (1998): *Biomimetic approaches in Management Science*, Kluwer Academic Publishers, Boston.
- BEER, S. (1959): *Cybernetics and Managemen*”, John Wiley and sons, New York.
- BERTALANFFY, L. VON (1968): “*General Systems Theory*”, George Braxiller, New York.
- BOULDING, K.E. (1941): *Economic Analysis*, Harper & Row, New York
- BOULDING, K.E. (1950): *A Reconstruction of Economics*, John Wiley & Sons, New York
- BOULDING, K.E. (1956): “General Systems Theory: The Skeleton of Science”, *Management Science*, April, 197-208.
- BORDIEU, P. (2001): *Science de la science et réflexivité*, Ed. Raison d’agir, Paris.
- BUENO, E. (1974): *El Sistema de Información en la empresa FIES*, Madrid.
- BUENO, E. (1997): *Organización de Empresas (Estructuras, Procesos y Modelos)*, Pirámide, Madrid
- BUENO, E. (2003): “Enfoques principales y tendencias en dirección del conocimiento” en *Dirección del conocimiento: Desarrollos teóricos y aplicaciones*, Ediciones La Coria, Trujillo (Cáceres) pp. 21-54
- BUENO, E. y SALMADOR, M.P. (2000): *Perspectivas sobre Dirección del Conocimiento y Capital Intelectual*, I.H. Euroforum Escorial, Madrid.
- BUENO, E. y SALMADOR, M.P. (2003): “Knowledge Management in the Emerging Strategic Business Process: Information, Complexity and Imagination”, *Journal of Knowledge Management*, 7, 3: 5-17.
- BUENO, E.; CÓRDOBA, A y RODRÍGUEZ, J.M. (2004 a): Knowledge, Learning and Innovation: Intellectual Capital Management in Caja Madrid (Spain)” In Byosiere, P. and Salmador, M.P. (Eds.): Knowledge, Learning and Innovation: A Smorgasbord, Tapas and a Museguelle of practical experiences in Europe. Oxford University Press, Oxford. (Próxima publicación).
- BUENO, E.; MARTIN, G.; SALMADOR, M.P. Y RODRÍGUEZ, O. (2004 b): “Internal Logic of the Interactions among Intangibles in a Model of Intellectual Capital: The Cognitive Neuron of the Intellectus Model”. *International Journal of Intellectual Capital and Learning*. (Próxima publicación).
- ÇAMBEL, A.B. (1993): *Applied chaos theory: a paradigm for complexity*, Academia Press, London.
- COOK, S.D.N. y BROWN, J.S. (1999): “Briding Epistemologies: The Generative Dance between Organizational Knowledge and Organizational Knowing”, *Organization Science*, 10, 4, julio-agosto, 381-400.
- GLEIK, J. (1987): *Chaos: Making a New Science*, Viking Penguin, New York.

- HANNAN, M.T. y FREEMAN, J. (1977) "The population ecology of organizations", *American Journal of Sociology*, 82: 929-960.
- HUME, D. (1740): *A Treatise of Human Nature*, London.
- JOHNSON, (2001): *Emergence. The Connected Lives of Ants, Brains, Cities and Software*, The Free Press, New York.
- KAHNEMAN, D. (2002): "Maps of Bounded Rationality: a Perspective of Intuitive Judgement and Choice", *Prize Lecture, Nobel Economy*, December, 8. pp. 449-489.
- KAST, F.E. y ROSENZWEIG, J.E. (1974): *Organization and Management: A Systems Approach*, McGraw-Hill, New York.
- KLIR, G.J. (1969): *An Approach to General Systems Theory*, Van Nostrand Reinhold, New York.
- KOYRÉ, A. (1968): *Etudes Newtoniennes*, Gallimard, Paris
- LORENZ, E.N. (1993): *The Essence of Chaos*, University of Washington Press, Washington.
- LEVINTHAL, D.A. (1991): "Random Walks and organizational mortality", *Administrative Science Quarterly*, 36, 3: 397-420.
- LEWIN, A. y VOLBERDA, H.W. (1999): "Prolegomena on Convolution: A Framework for Research on Strategy and New Organizational Forums", *Organization Science*, 10, 5: 519-534.
- LEWONTIN, R.C. (1998): *Gene, organismo e ambiente*, Gins. La teza & Figli, Roma
- MATURANA, H. (1975): "The organization of the living: a theory of the living organization", *International Journal of Man-Machine studies*, 7: 312-332.
- MARSHALL, A. (1890): *Principles of Economics*, MacMillan and Co, London.
- MISES L. VON (1949): *Human Action*, New York University press, New York.
- MORIN, E. (1990): *Introduction à la pensée complexe*, ESPF Editeur, Paris.
- MURMANN, P. (2003): *Knowledge and Competitive Advantage: The Coevolution of Firms, Technology, and National Institutions in the Synthetic Dye Industry, 1850-1914*, Cambridge University Press, New York.
- PRIGOGINE, I. y NICOLIS, G. (1977): *Self-Organization in Non. Equilibrium Systems*, Wiley-Interscience, New York.
- PRIGOGINE, I. y STENGERS, I. (1986): *La nouvelle alliance Métamorphose de la science*, Gallimard, Paris
- SIMON, H.I. (1947): *Administrative Behaviour*, MacMillan, New York
- SCHUMPETER, J.A. (1954): *History of Economics Analysis*, Harvard University press Cambridge, Mass.
- SHANNON, C.E. (1949): "The Mathematical Theory of Communication", en SHANNON, CE. Y WEAVER, W. (Eds): *The Mathematical Theory of Communication*, The University of Illinois, Urban.