

Una aproximación histórica y evolutiva a la tecnología y la innovación en América Latina

Guillermo Guajardo S.*

Introducción

Existe un consenso general en el sentido de que la acción del empresario y el cambio tecnológico son las fuentes más importantes para el dinamismo de las economías capitalistas, no obstante, su análisis presenta problemas por el comportamiento turbulento, en desequilibrio y generalmente impredecible que caracterizan tanto la acción empresarial como la selección y trayectoria de las tecnologías. En todo caso para entender a empresarios y tecnología como actores y procesos pre-

*. Datos en Estudios Latinoamericanos (UNAM); Investigador del CEIICM y del CONACYT- México. Programa de Investigación Ciencia y Tecnología. Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades (CEIICH), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Este trabajo forma parte de los proyectos "Tecnología, innovación y política en América Latina" y "Economía, innovación y política de la energía y los servicios en el Sureste de México" en el CEIICH- UNAM. Dos discusiones previas a esta versión fueron llevadas a cabo. La primera en el ciclo de conferencias "Las grandes teorías y la interdisciplina", en la mesa "Teoría económica" en el CEIICH (4 de noviembre a 2004), en donde debo agradecer la invitación de Julio Muñoz-Rubio. La segunda fue presentada en el Seminario-Taller "La empresa ayer y hoy. Nuevas investigaciones y debates" en el Centro de Estudios Económicos de la Empresa y el Desarrollo (CEEED), Universidad de Buenos Aires, Argentina (13 y 14 de junio de 2005), en donde debo agradecer la invitación y comentarios de Jorge Schvarzer y Marcelo Rougier.

decibles y racionales se han aplicado las ideas de equilibrio y de simetría, a pesar de que en los orígenes de la teoría económica había otros enfoques que consideraban la variabilidad, el desequilibrio y la creatividad. Al respecto, en el presente trabajo, planteamos un marco de análisis poco considerado para estudiar la tecnología: los empresarios y las políticas de desarrollo en América Latina en perspectiva histórica, dado por las analogías y metáforas evolutivas del pensamiento biológico, en especial para la innovación tecnológica. Para esto, el artículo se divide en seis secciones. En la primera analizamos el problema de la relativa falta de interés de la historia económica por los fenómenos tecnológicos en América Latina, que plantean interesantes desafíos conceptuales, uno de los cuales tratamos en la segunda sección, en donde se revisa la permanente tensión entre dinámica y equilibrio. Un camino para resolver esa tensión se indica en la tercera sección con la utilidad heurística de las analogías sobre la autoorganización del organismo, presentes en el origen de las disciplinas científicas y que entraron en conflicto con el edificio conceptual de la economía neoclásica. Este último aspecto se aborda en la cuarta sección, con el quiebre del concepto de simetría en economía, necesario de considerar para un abordaje histórico. En la quinta y sexta secciones se señala que la frontera intelectual entre historia, equilibrio y evolución se encuentra en la historia económica que, sin embargo, todavía debe recorrer camino para considerar los desafíos intelectuales presentes en la disciplina económica como parte de las ciencias sociales.

1. Diversidad y el desequilibrio de los métodos inferiores en América Latina

En América Latina el fenómeno tecnológico no ha merecido atención suficiente por parte de la historia económica, porque el campo de análisis ha estado dominado por las dimensiones estadísticas y cliométricas, por el estudio de las instituciones, como también por la búsqueda de casos óptimos y exitosos de conducta de actores y empresas¹. A ello también contribuye una larga tradición intelectual latinoamericana de otorgarle una enorme importancia a los factores internacionales los cuales, muchas veces, son exagerados y mitologizados². Esto último explica

-
1. Thorp, R. *Progress, Poverty, and Exclusion: An Economic History of Latin America in the 20th Century*. Washington D.C.: Inter-American Development Bank, 1998. "La historia económica en Latinoamérica". *Revista de Historia Económica*, XVII (1999). Triner, Gail D. "Recent Latin American Economic History and its Historiography", *Latin American Research Review*, 38 (2003), pp. 219-237. Ibarra, Antonio. "A modo de presentación: La historia económica mexicana de los noventa, una apreciación general", *Historia Mexicana*, 207 (2003), pp. 613-647.
 2. Sánchez, Omar. "Globalization as a Development Strategy in Latin America?" *World Development*, 31:12 (2003), p. 1979.

que la innovación y la evolución no fueran relevantes desde las décadas de 1940 a 1960 para las teorías dualistas, estructuralistas y geográficas de Centro y Periferia que enfatizaban en la estructura del comercio; tampoco lo fue para las teorías de sistema mundial que explicaban el subdesarrollo y la dependencia económica³. Por lo demás los temas de la revolución keynesiana desde 1930 no se vincularon al cambio tecnológico⁴. Recientemente, el debate en historia económica entre quienes consideran los datos cuantitativos como superiores a los cualitativos ha encerrado a ciertos campos de investigación dentro de una “prisión positivista”⁵, desde cuyos barrotes se ven como “confusos” los procesos dinámicos que no se ajustan a la teoría económica convencional, ya que incluso creen que el cambio y la innovación no forman parte del cuerpo de análisis económico debido a que asumen supuestos de conducta irreales y niegan el pluralismo metodológico⁶.

Peró, históricamente, las transferencias de tecnología e inversión externa hacia la región latinoamericana se han combinado con fuerza de trabajo local, organización de la producción y técnicas no-industriales, cubriendo dimensiones diversas, desde la económica como la antropológica⁷. Lo que permite considerar

-
3. Prebisch, Raúl. *Capitalismo periférico. Crisis y transformación*. México: Fondo de Cultura Económica, (1987). Kay, Cristóbal. *Latin American Theories of Development and Underdevelopment*. London: Routledge, (1989). Popescu, Oreste. *Studies in the History of Latin American Economic Thought*. London: Routledge, (1997). Weaver, F.S. *Latin America in the World Economy: Mercantile Colonialism to Global Capitalism*. Boulder: Westview Press, (2000). Love, Joseph. “Structuralism and Dependency in Peripheral Europe: Latin American Ideas in Spain and Portugal”, *Latin American Research Review*, 39 (2004), pp. 114-140.
 4. Freeman, Chris. “The Economics of Technical Change”. *Cambridge Journal of Economics*, 18:5 (1994), p. 463. Barber, W.J. “Postwar Changes in American Graduate Education in Economics”, en: Coats, A.W. (edit.). *The Post-1945 Internationalization of Economics. Annual Supplement to Volume 28, History of Political Economy*. Durham and London, Duke University Press, (1996), p. 18-19.
 5. Knight, Alan. “Subalterns, Signifiers, and Statistics: Perspectives on Mexican Historiography”, *Latin American Research Review*, 37 (2002), pp. 152-156.
 6. Rogeberg, Ole. “Taking Absurd Theories Seriously: Economics and the Case of Rational Addiction Theories”, *Philosophy of Science*, 71 (2004), p. 266.
 7. Guajardo, Guillermo. “Combination of Productive Forces or Innovation?: Some Explanations about the Cientific and Tecnological Underdevelopment of Mexico and Chile on the XIX Century”. Ponencia presentada al *29th Symposium del International Committee for the History of Technology (ICOHTEC)*, Granada, España, Junio 22-26, 2002. Guajardo, G. “Economic Nationalism and External Technology: The United States and the Industrialization Process of Mexico and Chile, 1900-1970”. Ponencia presentada en *Policy History Conference 2002, Session “National Policies and International Resources for Latin America in the 20th Century: A Review of Ideas, Strategies and Actors”*. St. Louis, Missouri, USA, Mayo 30-Junio 2, 2002. Guajardo, G. “Les modeles industriels induits par le développement du chemin de fer en Amérique Latine: (1850-1950)”. *Économies et Sociétés. Série F*, París, XXXV:9-10 (2001), pp. 1415-1437.

algunos elementos planteados por Joseph A. Schumpeter (1883-1950) en su *Theorie der Wirtschaftlichen Entwicklung* de 1912 (*Teoría del desenvolvimiento económico*, 1944; *The Theory of Economic Development*, 1934), quien consideró que la realidad económica no lleva a que los métodos técnicos sean perfectos desde el punto de vista tecnológico, sino que éstos se subordinan a las decisiones económicas y a combinaciones específicas de materiales, energía, conocimientos y habilidades⁸:

La lógica económica prevalece sobre la tecnológica y, en consecuencia, vemos a nuestro alrededor en la vida real, cuerdas defectuosas e inseguras en lugar de cables de acero; animales defectuosos en lugar de ejemplares de exposición; el trabajo a mano más primitivo en lugar de máquinas perfeccionadas, una economía monetaria anticuada en lugar de una circulación ordenada a base del cheque, etc. Lo mejor desde el punto de vista económico y tecnológico no diverge por necesidad, haciéndolo con frecuencia, sin embargo, no solamente por ignorancia e indolencia, sino porque métodos tecnológicamente inferiores pueden adaptarse mejor a las condiciones económicas existentes⁹.

Lógica que se manifiesta en combinaciones específicas de materiales, energía, conocimientos y habilidades, cuando una economía adquiere la capacidad de combinar esos materiales y fuerzas para producir otras cosas o las mismas por métodos distintos, lo cual para Schumpeter definía el *desenvolvimiento* (*Wirtschaftlichen*) -término más cercano a una definición de evolución que de Desarrollo, que en la traducción inglesa se hizo equivalente a "Development"- al convertirse la combinación primero y la innovación, luego, en un asunto interno del cuerpo económico.

La idea de "combinación" empleada en su *Theorie* se derivaba de Jean B. Say (1767-1832) sobre la función del empresario como un combinador de factores para establecer la cooperación. A partir de ahí, en forma discreta y balanceada, empleó el término "innovación" para delinear en forma más general los efectos de las transformaciones en el sistema económico. Para el caso concreto de la transformación técnica y organizativa reservó el uso de "combinación" para cinco aspectos: 1) la introducción de un nuevo bien; 2) la introducción de un nuevo método de producción; 3) la apertura de un nuevo mercado; 4) la conquista de una nueva fuente de aprovisionamiento de materias primas o bienes semi-manufacturados, y 5) la creación de una nueva organización de cualquier industria.

No obstante, Rosenberg indicó que Schumpeter no se preocupó por examinar en forma sistemática la actividad interna de innovación al otorgarle una excesiva y creciente importancia al conocimiento científico, y una insuficiente atención a

8. Schumpeter, Joseph Alois. *The Theory of Economic Development. An Inquiry into Profits, Capital, Credit, Interest, and the Business Cycle*. New Brunswick, (USA): Transaction Publishers, [1934 English version] 2002, pp. 14-15.

9. Schumpeter, *The Theory*, p. 15.

la ingeniería y a otras formas "bajas" de conocimiento. Conceptos en correspondencia con sus ideas de valorar y admirar a las elites y a la figura del empresario¹⁰, presentes en la *Theorie* de 1912, que se ajustaban más a las primeras unidades de análisis de empresas europeas anteriores a la Primera Guerra Mundial cuyos mercados y procesos productivos se basaban, en gran parte, en conocimientos empíricos, improvisaciones artesanales y coexistencia con lo antiguo.

Al respecto, si miramos el panorama tecnológico de América Latina, tanto histórico como contemporáneo, notamos que junto con lo nuevo y eficaz -generalmente importado- coexiste otra realidad llena de imperfecciones, de adiciones, remiendos y actualizaciones sorprendentes. Mal funcionamiento, poca eficacia, incierto y escaso mantenimiento de equipos y procesos, escasez de recursos humanos calificados y reutilización caracterizan el estado tecnológico del subdesarrollo¹¹. Por lo que se puede encontrar una acumulación histórica de herramientas, recursos y conocimientos que operan en economías con sectores desarticulados de productividad diversa mediante estrategias que le dan usos nuevos a viejos materiales¹².

2. Entre un proceso auto-sostenible y un inmutable equilibrio

La revisión de esos procesos plantea diversas exigencias para entregar una explicación unificada y modelos que permitan entender las complejidades históricas. Sin embargo, las ciencias sociales y las humanidades enfrentan críticas por su falta de predicción y de capacidad experimental, a pesar de que un fenómeno económico real no puede investigarse aislado de otras influencias fuera de su dominio teórico, ni toda la realidad puede observarse bajo condiciones controlables¹³. La economía es la excepción ya que ha creado un sólido edificio conceptual sos-

10. Rosenberg, Nathan. *Perspectives on Technology*. Cambridge Mass, Cambridge University Press, 1976, pp. 68, 77. Freeman, "The Economics", p. 466.

11. Dunmade, Israel, "Indicators of Sustainability: Assessing the Suitability of a Foreign Technology for a Developing Economy", *Technology in Society*, 24 (2002), pp. 461-471. Silveira, Giovani Da, "Innovation Diffusion: Research Agenda for Developing Economies", *Technovation*, 21 (2001), pp. 767-773.

12. Gudeman, Stephen. "Remodeling the House of Economics: Culture and Innovation", *American Ethnologist*, 19:1 (1992), pp. 143, 151.

13. Cleland, Carol. "Methodological and Epistemic Differences between Historical Science and Experimental Science", *Philosophy of Science*, 69 (2002), pp. 474-496. Heilbron, Johan. "Social Thought and Natural Science", en: Theodore M. Porter y Dorothy Ross (eds.), *The Cambridge History of Science. Volume 7. The Modern Social Sciences*, Cambridge UK: Cambridge University Press, 2003. Bainbridge, W.S., "The Future in the Social Sciences", *Futures*, 35 (2003), pp. 633-650. Boumans, Marcel. "How to Design Galilean Fall Experiments in Economics", *Philosophy of Science*, 70 (2003), pp. 309, 311.

tenido en las ideas de equilibrio, simetría y optimización, a pesar de que la realidad del siglo XX mostró más bien destrucción, crisis e incertidumbre así como la creatividad del desarrollo y el desequilibrio del Tercer Mundo. A esto debe agregarse que las sociedades contemporáneas presentan un gran incremento en su complejidad operacional lo que ha hecho necesario transportar modelos matemáticos, en gran medida, y biológicos, en menor escala, para entenderlas. De este último su potencial aplicación a las ciencias sociales todavía está escasamente percibida¹⁴, a pesar de que se encuentra en su origen mismo.

Así, la idea de establecer una explicación a partir de un conjunto de partes estáticas y funciones operando dinámicamente se encuentra en Aristóteles en la *Reproducción de los animales* para explicar la combinación de partes y funciones como parte de la materia. La combinación y división del trabajo en órganos y en la organización del organismo permitía entender tanto lo natural como lo político, debido a que la existencia requiere la combinación de cosas útiles o necesarias para sobrevivir¹⁵. A lo biológico más tarde se sumó lo mecánico con el trabajo de Thomas Hobbes (1588-1679) para dibujar la imagen del mundo como una ordenada maquinaria, que no excluía analogías orgánicas¹⁶, como figura en el *Leviatán*:

Y siendo la vida un movimiento de miembros cuya iniciación se halla en alguna parte principal de los mismos ¿por qué no podríamos decir que todos los autómatas (artefactos que se mueven a sí mismos por medio de resortes y ruedas como lo hace un reloj) tienen una vida artificial? ¿Qué es en realidad el corazón sino un resorte; y los nervios qué son, sino diversas fibras; y las articulaciones sino varias ruedas que dan movimiento al cuerpo entero tal como el Artífice se lo propuso? El arte va aún más lejos, imitando esta obra racional, que es la más excelsa de la Naturaleza: el hombre. En efecto: gracias al arte se crea ese gran Leviatán que llamamos república o Estado (en latín civitas) que no es sino un hombre artificial, aunque de mayor estatura y robustez que el natural para cuya protección y defensa fui instituido¹⁷.

Esta imagen de la autoregulación de la naturaleza se encuentra en las grandes teorías que revolucionaron la forma de analizar y de modificar la realidad huma-

-
14. Stewart, Peter, "Complexity Theories, Social Theory, and the Question of Social Complexity", *Philosophy of the Social Sciences*, 31:3 (2001), pp. 323-324. Mathews, Michael; Michael C. White y Rebecca G. Long, "Why Study the Complexity Sciences in the Social Sciences?", *Human Relations*, 52:4 (1999), pp. 442-443.
 15. Aristóteles. *Reproducción de los animales*. Madrid: Editorial Gredos, 1994, p. 118 [Libro I, 730b/5]. Tipton, Jason A. "Division and Combination of Labor in Aristotle's Biological Writings", *Journal of Bioeconomics*, 3 (2001), pp. 51-52.
 16. Heilbron, "Social Thought", p. 41.
 17. Hobbes, Thomas. *Leviatán. O la materia, forma y poder de una república, eclesiástica y civil*. [1651] México: Fondo de Cultura Económica, 1994, p. 3.

na, como la de Adam Smith (1723-1790) con su *Investigación sobre la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones* de 1776, Charles Darwin (1809-1882) con el *Origen de las especies* de 1859 y Karl Marx (1818-1883) y Friedrich Engels (1820-1895) con *El Manifiesto Comunista* de 1848 y el *Capital* de 1867.

Si bien Smith y Marx divergían en sus análisis del fenómeno económico, convergían en una visión decepcionante de la realidad cuyo óptimo era intangible o futuro. La "mano invisible" del primero era un mundo de equilibrio, en tanto que para Marx el mundo de la burguesía merecía un mundo futuro mediante una masiva alteración histórica de estructuras y conductas. Contrario a los anteriores, Darwin consideró la diversidad, el desequilibrio y la incertidumbre en la conducta futura y pasada del mundo real elaborando una explicación de por qué los organismos poseían rasgos adecuados para su existencia¹⁸. Su visión holista e histórica del mundo vivo contenía metáforas y analogías que también permitían entender las dimensiones sociales y económicas; la transferencia de este enfoque de una ciencia a otra permite entender los sistemas dinámicos no equilibrados, cuyas discontinuidades y sorpresas dinámicas son características de los sistemas sociales¹⁹.

Sin embargo, fue la noción de equilibrio importada desde la física newtoniana la que permitió construir el sólido edificio conceptual y profesional de la economía clásica y neoclásica que entró en conflicto con la variabilidad, incertidumbre y desequilibrio de la realidad humana²⁰. Ello le permitió lograr un status más científico al aplicar herramientas y conceptos físicos, matemáticos y adherir a la visión dominante del conjunto de la ciencia al proceder en forma reduccionista y analítica mediante una elevada capacidad heurística frente a problemas trascendentales²¹. Logrando un alto poder explicativo por sobre el resto de las disciplinas sociales si bien su poder de predicción se mantiene bajo al igual que el resto de

-
18. Waterman, A.M.C. "Economics as Theology: Adam Smith's *Wealth of Nations*", *Southern Economic Journal*, 68:4 (2002), pp. 907-912. Vidal, Jean-François, "Birth and Growth of the Regulation School in the French Intellectual Context (1970-1986)", en: Agnes Labrousse y Jean Daniel Weisz (edit.), *Institutional Economics in France and Germany. German Ordoliberalism versus the French Regulation School*. Berlin: Springer, 2001, pp. 35-36. Khalil, Elías L. "Beyond Natural Selection and Divine Intervention: The Lamarckian Implication of Adam Smith's Invisible Hand", *Journal of Evolutionary Economics*, 10:4 (2000), p. 375.
 19. Costanza, Robert, "A Vision of the Future of Science: Reintegrating the Study of Humans and the Rest of Nature", *Futures*, 35 (2003), pp. 660-662.
 20. Mathews, White y Long, "Why Study", pp. 448, 457. Morgan, Mary, "Symposium on Marshall's Tendencies: 1 How Models Help Economists to Know", *Economics and Philosophy*, 18 (2002), p. 14.
 21. Muñoz Rubio, Julio. "Ciencia y reduccionismo: una crítica a la concepción cartesiana del mundo en la producción de alimentos transgénicos", en: Muñoz Rubio, Julio (coords.). *Alimentos transgénicos. Ciencia, ambiente y mercado: un debate abierto*. México: CEIICH-Siglo Veintiuno Editores, 2004, p. 105.

las otras ciencias sociales²². Por lo demás esto se debe a que preceptos como el de equilibrio -la mano invisible de Smith que estabiliza un mercado real- para McCauley son inconsistentes al ser matemáticamente inexistentes, como tampoco la noción de un mercado estacionario y estable se encuentra frecuentemente en la realidad²³. Siendo paradójico que a la teoría económica le sea difícil considerar una característica humana que explique la actividad económica: la incertidumbre de los sistemas sociales que contienen todas las fuentes posibles de complejidad, que no están sujetos a una predicción consistente, tienen historia y un carácter único, distinto a un sistema planetario newtoniano²⁴.

En todo caso este edificio conceptual no es cerrado y rígido, ya que desde los economistas clásicos fue central considerar que la riqueza podía ser creada más que adquirida a través de un sistema de cooperación entre los seres humanos que, sin estar en equilibrio, podía ser armónico. Por ello para Smith *“sin la asistencia y cooperación de millares de seres humanos, la persona más humilde en un país civilizado no podría disponer de aquellas cosas que se consideran las más indispensables y necesarias”*²⁵. Pero en la competencia económica se daban dos dinámicas interrelacionadas: coordinar actividades y promover la división del trabajo. Posteriormente la teoría económica enfatizó dos dimensiones incompatibles: la dinámica de un proceso auto-sostenible se subordinó a las propiedades de un inmutable equilibrio, presuponiendo la disponibilidad de recursos naturales en cantidades fijas, individuos con preferencias definidas de utilidad y propiedad de los recursos, así como mercados capaces de autoregularse. Las grandes crisis del siglo XX mostraron la incapacidad de los mercados para regularse, como también que un rápido cambio estructural no implicaba equilibrio -el cual más bien era temporal- y que la tecnología era un factor disponible pero muy complejo para desarrollarlo²⁶.

22. Bainbridge, “The Future”, p. 642.

23. McCauley, Joseph L. “The Futility of Utility: How Market Dynamics Marginalize Adam Smith”, *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 285 (2000), pp. 506-507. McCauley, Joseph L., “Thermodynamic Analogies in Economics and Finance: Instability of Markets”, *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 329 (2003), pp. 210-211.

24. Biggiero, “Sources”, pp. 4-5. Hodgson, Geoffrey M. “Darwinism in Economics: from Analogy to Ontology”, *Journal of Evolutionary Economics*, 12 (2002), p. 262.

25. Smith, Adam. *Investigación sobre la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones* [1776]. México: Fondo de Cultura Económica, 1999, p. 13.

26. Bortis, Heinrich. “Some Considerations on Structure and Change”, *Structural Change and Economic Dynamics*, 11 (2000), pp. 185-187, 189, 194. Metcalfe, Stanley, *Evolutionary Economics and Creative Destruction*. London and New York: Routledge, 1998, p. 6. López-Martínez, Roberto y Andrea Piccaluga. “Introduction: The Meso-Foundations of National Innovation Systems”, en: López-Martínez, Roberto y Andrea Piccaluga (eds.), *Knowledge Flows in National Systems of Innovation. A Comparative Analysis of Socio-technical Constituencies in Europe and Latin*

Este núcleo de procesos tecnológicos e institucionales tanto a Marx como a Schumpeter les permitiría caracterizar al capitalismo como una máquina de progreso económico dotada de actividades muy complejas, emplear estructuras de mercado, no-mercado, conocimientos humanos crecientes²⁷, y poseer una lógica propia de autotransformación resultado de ciertas leyes de movimiento -como Marx las llamaba-, inherentes al capitalismo como sistema social²⁸. También Friedrich Hayek (1899-1992) en su noción del orden espontáneo destacó que la naturaleza contenía la habilidad auto organizativa, la cual también estaba presente en los sistemas sociales y económicos,²⁹ pudiendo entenderse el capitalismo como un sistema evolutivo que refleja fuerzas dinámicas inherentes a la estructura de incentivos, ganancias y competencia³⁰.

La consideración de estas ideas fue posible gracias a la revolución introducida por el *Origen de las especies* (1859) en la biología, la cual se trasladó a las ciencias sociales, al plantear la existencia de una inherente variabilidad biológica en individuos y poblaciones independientemente del medio ambiente, en donde la selección natural intervenía sobre esas variaciones³¹. Cambió la interpretación de la evolución al entenderla como una continua creación de lo nuevo, contraponiéndose a un cosmos sin cambio, persistente y en equilibrio. El proceso de especiación y su teoría del origen común implicaban que las especies se desarrollaban desde sus predecesores bajo fuerzas adaptativas de variación y de selección natural mediante un proceso evolutivo "abierto", en donde los mejores estadios eran fenómenos transitorios³². Esto implicaba que los procesos evolutivos tenían un considerable componente de azar, probabilidad y no permitían la predicción abso-

America, Cheltenham, UK: Edward Elgar, 2000, p. 2. North, Douglass C. *Instituciones, cambio institucional y desempeño económico*. México: Fondo de Cultura Económica, 1995, p. 169.

27. Niman, Neil B. "Competition and Economic Progress", *Journal of Bioeconomics*, 2 (2000), p. 222. Nelson, Richard R. "The Problem of Market Bias in Modern Capitalist Economies", *Industrial and Corporate Change*, 11 (2002), p. 239. Witt, Ulrich. "Bioeconomics as Economics from a Darwinian Perspective", *Journal of Bioeconomics*, 1 (1999), p. 28.
28. Rosenberg, Nathan, *Schumpeter and the Endogeneity of Technology. Some American Perspectives*, New York: Routledge, 2000, p. 6.
29. Caldwell, Bruce. "The Emergence of Hayek's Ideas on Cultural Evolution", *Review of Austrian Economics*, 13 (2000), pp. 5-22. Biggiero, Lucio. "Sources of Complexity in Human Systems", *Nonlinear Dynamics, Psychology, and Life Sciences*, 5 (2001), p. 14.
30. Rosenberg, *Schumpeter*, pp. 7, 9.
31. Broda, Philippe. "Commons and Veblen. Contrasting Ideas about Evolution", en: Laurence S. Moss (edit.). *Joseph A. Schumpeter, Historians of Economics. Perspectives on the History of Economic Thought*. London and New York: Routledge, 1996, p. 235.
32. Witt, "Bioeconomics", p. 21.

luta, enfrentándose a una ciencia dominada por la física y las matemáticas cuya meta era establecer teorías con forma matemática basadas en leyes universales³³. Según Mayr: “los fenómenos evolutivos pueden ser explicados sólo mediante la inferencia de hechos históricos pasados, una consideración que estaba ausente (en aquella época) en las ciencias físicas”³⁴.

A pesar de la riqueza heurística de la evolución darwiniana para explicar el mundo humano, ésta ha sido difícil de aceptar en las ciencias sociales por las resistencias a integrar las macroconductas humanas dentro de la naturaleza³⁵. La aproximación genera “biofobia”, como si los seres humanos fueran autómatas guiados genéticamente, olvidando que las explicaciones biológicas y culturales no son incompatibles ya que la revolución darwiniana acompañó al inicial pensamiento sociológico. También la biofobia se explica porque durante el siglo XX la eugenesia, el racismo del darwinismo social y el medioambientalismo nacionalsocialista expulsaron a buena parte del pensamiento evolutivo de las ciencias sociales³⁶. Desde la década de 1930 los críticos del comunismo soviético y del fascismo acusaron al darwinismo y al pensamiento evolutivo como bases del totalitarismo. Hannah Arendt y Karl Popper ligaron la ciencia y la biología evolutiva al totalitarismo enfatizando en sus implicaciones históricas fatalistas, de acuerdo a una lectura germana del darwinismo dada en el siglo XIX por Ernst Haeckel, para quien la historia humana estaba gobernada por “leyes de hierro” de selección natural, ideas que Engels en su momento consideró como autoridad científica, y que más tarde fueron ensalzadas por el nacionalsocialismo³⁷. Las analogías biológicas y evolutivas resurgieron en la década de 1950 aunque fueron rechazadas porque excluían la conducta deliberada y calculada de la acción humana en la esfera económica. Sería en la década de 1970 cuando al entrar en crisis la economía mundial puso atención en esas ideas³⁸.

33. Mayr, Ernst; *Una larga controversia: Darwin y el darwinismo*. Barcelona: Critica, 1992, pp. 61-62.

34. Mayr, *Una larga*, p. 62.

35. Fuller, Steve. “Recovering the Left from Darwin in the 21st Century”. *Futures*, 26 (2004), pp. 1105-1106.

36. Machalek, Richard y Michael W. Martin. “Sociology and the Second Darwinian Revolution: A Metatheoretical Analysis”. *Sociological Theory*, 22:3 (2004), pp. 456, 471.

37. Beatty, John. “Hannah Arendt and Karl Popper. Darwinism, Historical Determinism, and Totalitarianism”, en: Rama S. Singh, Costas B. Krimbas, Diane B. Paul y John Beatty (eds.). *Thinking about Evolution, Historical, Philosophical, and Political Perspectives. Volume Two*. Cambridge UK: Cambridge University Press, 2001, pp. 63, 65-66.

38. Hodgson, Geoffrey M., “Darwinism in Economics: from Analogy to Ontology”, *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 12 (2002), p. 260. Hodgson, “Economics and the return”, p. 399.

Las respuestas a Darwin contribuyeron al desarrollo de la economía como una disciplina más formal. Respuesta importante fue la revolución marginalista encabezada por León Walras (1834-1910) que se inspiró en la mecánica de la utilidad del auto-interés de Jevons para adaptar la economía a los estándares del ideal newtoniano de la ciencia. Tanto el darwinismo (1859) como la revolución marginalista (1870) fueron planteamientos opuestos pero casi simultáneos. Para Carl Menger (1840-1921) -fundador de la escuela austríaca- el ideal era un equilibrio de mercado asociado a un mínimo de energía libre, concepto básico de la mecánica clásica y de los sistemas gravitatorios simplificados a un estado: el equilibrio de mercado más que el proceso real de mercado. Para Menger el ideal era una "teoría pura" básicamente anti-histórica rechazando lo descriptivo y clasificatorio del enfoque histórico³⁹.

Como alternativa al programa austríaco se erigió la "escuela histórica alemana", que aportó una visión no física de la realidad económica. Para su mayor investigador, Gustav von Schmoller (1838-1917), el propósito era comprender el desarrollo cultural general de los pueblos, naciones y la humanidad como un todo (*Volkswirtschaft*), denotando un tipo de economía nacional dada en un estado específico de desarrollo inscrito, en un proceso histórico de evolución económica y socio-cultural. Si bien Schmoller expresó sus reservas sobre el uso intensivo de metáforas y analogías en las ciencias naturales, incluyendo a la biología evolutiva, empleó en menor medida las ideas de Darwin en su noción de desarrollo socio-cultural. Para la escuela histórica alemana, el capitalismo era una configuración coherente de instituciones económicas, organizaciones y tecnología que comprendía tres dimensiones: 1) un espíritu económico, representado por las actitudes económicas dominantes, principios y normas; 2) un orden económico que denotaba regulaciones constitucionales como típicas relaciones socioeconómicas, y 3) un uso específico de la tecnología y de la acumulación de su conocimiento⁴⁰.

Los enfoques anteriores convergían en la idea de concebir al capitalismo como altamente dinámico, innovador y cambiante. No en vano Alfred Marshall (1852-1924), creador de la síntesis neoclásica, vio a la "biología económica" como la *Meca* de los economistas; también Hayek creyó en la autoorganización de los sistemas complejos y John M. Keynes (1883-1946) enfatizó en la inestabilidad de las posiciones de equilibrio. En particular, Marshall consideró que la economía era una disciplina con una naturaleza dual: 1) un rico campo intelectual para la especulación analítica, y 2) una disciplina que podía mejorar las condiciones de gestión y de usos prácticos. Para esto el método estático con sus analogías mecánicas era importante; pero también la dinámica y las analogías biológicas en un

39. Witt, "Bioeconomics", pp. 21, 22.

40. Ebner, Alexander, "Schumpeter and the 'Schmollerprogramm': Integrating Theory and History in the Analysis of Economic Development", *Journal of Evolutionary Economics*, 10:3 (2000), pp. 357, 359, 361.

cambio gradual permitían considerar que la economía no era una ciencia exacta, sino una ciencia con capacidades de variabilidad y de complejidad: “*La ciencia del hombre es compleja y sus leyes son inexactas*”⁴¹.

3. La “elegante oscuridad” de la autoorganización del organismo

Esto último permite retomar los planteamientos de Say sobre el empresario innovador moderno. Después de Say, el primer economista importante en preocuparse del tema fue Schumpeter en 1912, quien 20 años antes había roto con la economía tradicional en forma más radical que Keynes, al postular que el desequilibrio dinámico producido por el empresario era la realidad central de la teoría económica y su práctica. Para esto empleó analogías biológicas en el análisis económico que entraron en competencia con el pensamiento físico y matemático debido a que la actividad de la empresa real es turbulenta⁴². Al respecto, Malerba y Orsenigo señalan dos fases en el pensamiento de Schumpeter que se incrementaron en complejidad. Una primera fase que llaman Schumpeter Mark I, está representada por *Theorie der Wirtschaftlichen Entwicklung*, trabajo basado en la realidad de la industria europea del siglo XIX de firmas pequeñas y medianas, en donde el empresario era el agente de transformaciones técnicas y organización. La fase Mark II está representada por *Capitalism, Socialism and Democracy* (1942), donde el foco de atención pasó a ser la industria de los Estados Unidos de la primera mitad del siglo XX, cuando la actividad individual del empresario ya no era muy relevante sino que lo eran la dirección corporativa y los laboratorios de investigación y de desarrollo de las grandes firmas⁴³.

En su visión, los cambios institucionales y los tecnológicos son el resultado de la evolución humana de las capacidades racionales sobre los modos de organización de los recursos, mutaciones y transmisiones de las rutas de utilización y de transformación de los recursos mediante la acción humana⁴⁴. Para lo cual introdujo la idea de “innovación” después de considerar la idea de “combinación” de Say, insistiendo en que la competencia tecnológica, mediante productos y procesos nuevos y mejorados, era un orden de magnitud más importante que la competencia “normal” de precios entre empresas, otorgándole gran relevancia al análisis

41. Comin, Flavio. “The Santa Fe Approach to Complexity: a Marshallian Evaluation”, *Structural Change and Economic Dynamics*, 11 (2000), pp. 25-26, 32, 34.

42. Drucker, Peter F. *La innovación y el empresario innovador. La práctica y los principios*. México: Editorial Hermes, 1988, pp. 41, p. 144. Comin, “The Santa Fe”, p. 29.

43. Malerba, Franco y Luigi Orsenigo. “Schumpeterian Patterns of Innovation”. *Cambridge Journal of Economics*, 19 (1995), p. 47. Rosenberg, *Schumpeter*, pp. 2-10.

44. Kelm, Matthias, “Schumpeter’s Theory of Economic Evolution: a Darwinian Interpretation”, *Journal of Evolutionary Economics*, 7:2 (1997), pp. 103, 116.

sis histórico de sus desarrollos. Esquema que tenía alta correspondencia con la escuela histórica alemana, que integraba los métodos analíticos formales y las perspectivas histórico-institucionales en una visión organicista de creciente complejidad, dándole mayor importancia al análisis de la historia económica⁴⁵.

Y es que tal como lo indicábamos más arriba, para Schumpeter los fenómenos capitalistas se apoyan en instituciones y estratos sociales precapitalistas que son disueltos por innovaciones a través de sucesivos torrentes de "destrucción creativa" hasta que las esferas capitalistas toman el lugar⁴⁶. Proceso en que *"la realidad económica no lleva los métodos a su conclusión lógica, haciéndolos perfectos desde el punto de vista tecnológico, sino que subordina la ejecución a los puntos de vista económicos"*, dado que los *"métodos tecnológicamente inferiores pueden adaptarse mejor a las condiciones económicas existentes"*⁴⁷. Todo a fin de analizar la forma en que el proceso económico evolucionó históricamente. Para esto empleó metáforas físicas incompletas sin caer en metáforas biológicas fuertes, considerando que en economía el equilibrio existe y también el desequilibrio. Como afirma Louçã el sistema de Schumpeter era morfogenético y para Kelm conciliaba la economía del equilibrio con la variedad y el cambio⁴⁸.

Este sistema de ideas es altamente propositivo pero está dotado de una "elegante oscuridad", por su vocación por el enfoque evolutivo, por una parte, y la admiración por Walras por otra, al plantear que en el análisis del equilibrio las teorías históricas eran apropiadas para explorar la dinámica económica, por lo que empleó más de un sistema de analogías. El darwinismo permitía emplear un modelo general de teoría para explicar el cambio endógeno mediante la interacción de diversos mecanismos fundamentales y plantear problemas pertinentes: 1) relaciones entre análisis del equilibrio y teoría evolutiva, 2) utilidad de la teoría darwiniana para la economía y 3) precisa naturaleza de las fuerzas evolutivas que trabajan en el sistema económico. En todo caso si bien señaló a la innovación como opuesta a lo estacionario, se apartó de considerar los mecanismos de selección natural como centrales, destacando uno más bien cultural, debido a que el mecanismo fundamental del cambio endógeno en economía es una facultad humana que se identifica con la racionalidad, intuición y liderazgo del empresario⁴⁹.

Las propuestas de Schumpeter fueron contemporáneas a otras que planteaban aproximaciones dinámicas al rescatar elementos biológicos como recursos heurísticos para explicar cómo se daba la acción económica por interacciones sociales y materiales.

45. Ebner, "Schumpeter", pp. 356-357, 365.

46. Ebner, "Schumpeter", p. 367.

47. Schumpeter, *The Theory*, p. 15.

48. Louçã, Francisco. *Turbulence in Economics. An Evolutionary Appraisal of Cycles and Complexity in Historical Processes*. Cheltenham, UK: Edward Elgar, 1997, p. 232.
Kelm, "Schumpeter's Theory", p. 99.

49. Kelm, "Schumpeter's Theory", pp. 98, 116. Ebner, "Schumpeter", pp. 364-365.

Representante de lo anterior fue Hayek, quien desde la década de 1930 criticó la pretensión de lograr una extrema cobertura racional de los fenómenos humanos, la confianza ilimitada en los poderes de la razón y la falta de consideración de las limitaciones del conocimiento. Crítica que dirigió a los planificadores e ingenieros, al destacar las limitaciones entre sus tareas y las organizaciones sociales en gran escala debido a que no participaban del proceso social de decisiones, al actuar en un mundo de posibilidades objetivas, independiente de las condiciones particulares de tiempo y lugar. Sin considerar la realidad de una economía capitalista real, al no preocuparse de cómo el mercado proveía bienes, servicios, fijaba los precios y la escasez de capital⁵⁰. Hayek también observó que en ello había un prejuicio contra la distribución, al contraponer la actividad del ingeniero a la del comerciante, la primera era de connotaciones elitarias frente a la del comerciante más compenetrada con las actividades libres de la gente, que perseguía un uso más eficaz de los recursos disponibles sin lograr un resultado final del proceso completo en el cual participa, por lo que *“el comerciante entrará constantemente en conflicto con los ideales del ingeniero, en cuyos planes interfiere, por lo que siempre será objeto de su rechazo”*⁵¹. La crítica de Hayek tenía como destinatarios principales los totalitarismos en ascenso, aunque su crítica iba en un sentido distinto al de Harendt y Popper, quienes los identificaban con el biologismo; en cambio para Hayek el totalitarismo estaba contenido en los despliegues de racionalidad y de planificación que se contraponían al orden espontáneo contenido en la naturaleza, no en la razón.

4. *El quiebre de la simetría*

Tras el fin de la Segunda Guerra Mundial y del nazismo finalizó un período de transformación que se había centrado en la mecánica para dar paso a una conducta económica que, a juicio de Peter F. Drucker (1909-2005), seguía el proceso biológico y los acontecimientos dados dentro de un organismo, cuyos procesos se organizan alrededor de la información; ello le permitió señalar a la gerencia como la nueva tecnología afincada en la información e innovación⁵². Pero, paradójicamente, si bien la economía como disciplina se profesionalizaba y adquiría status más científico, se alejaba de cómo operaba la actividad empresarial real -el proceso social que convierte recursos en ganancia- la cual es independiente de la economía clásica y en cierta medida incompatible, porque *“la economía clásica optimiza lo que ya existe. Y la teoría económica corriente también, incluyendo a*

50. Hayek, Friedrich A. *La contrarrevolución de la ciencia. Estudios sobre el abuso de la razón*. Madrid. Unión Editorial, 2003, pp. 151-152, 154.

51. Hayek, *La contrarrevolución*, pp. 155, 156, 157.

52. Drucker, *La innovación*, pp. 16, 30.

los keynesianos, [y a] los friedmanistas”, queriendo “obtener el máximo de los recursos existentes y establecer el equilibrio. No puede explicar al empresario innovador y los incluye en el campo oscuro de las ‘fuerzas externas’ junto con el clima, el gobierno y la política, las enfermedades y la guerra, pero también junto con la tecnología”⁵³. El espacio fue cubierto por la administración que emplearía métodos históricos, sociológicos, casuísticos y menos universales para establecer modelos óptimos de conducta y de gestión empresarial.

En economía habría que esperar hasta la década de 1970, con la crisis del crecimiento iniciado en la posguerra, para que se estimulara el empleo del pensamiento biológico, expresado en el movimiento de la bioeconomía con economistas como Gordon Tullock, Gary Becker, Jack Hirshleifer y el biólogo Michel Ghiselin, quienes integraron economía y biología, considerando que la biología poseía una sintética teoría de la evolución cuya influencia se extendía a la genética, paleontología e historia natural. Se vio al darwinismo como una síntesis de los principios económicos de Malthus planteados en su *Ensayo del principio de la población* de 1798. No obstante, la economía seguía dominada por la teoría neoclásica, acentuándose la modelación matemática del equilibrio de un mundo poblado de agentes racionales y de costo cero de transacciones, ignorando el proceso dinámico de los empresarios que creaban instituciones económicas en un mercado real⁵⁴.

La crisis de la economía real abrió el escenario, pero hubo límites en la economía académica para planteamientos alternativos que revisaran los supuestos básicos.

Tal fue el caso de la obra de Nicholas Georgescu-Roegen (1906-1994), profesor de la Universidad de Vanderbilt quien en *The Entropy Law and the Economic Process* (1971) propuso una lectura dinámica desde principios físicos no newtonianos sino a partir de una metáfora unificada de la termodinámica con la visión biológica, es decir, una síntesis biofísica. Georgescu-Roegen contaba con una sofisticada formación en filosofía, estadística, matemáticas y economía además de haber trabajado con Schumpeter, ubicándose más allá del promedio de los economistas estadounidenses, quienes consideraban suficiente su formación matemática para adquirir status científico. Destacó la creativa tensión entre teoría y realidad entre conceptos aritmomórficos y dialécticos, la importancia del cambio cualitativo y la necesidad de lo institucional⁵⁵. Poseía un “realismo modelista” gesta-

53. Drucker, *La innovación*, p. 41.

54. Landa, Janet Tai y Michael T. Ghiselin, “The emerging discipline of bioeconomics: aims and scope of the Journal of Bioeconomics”, *Journal of Bioeconomics*, vol. 1, no. 1, 1999, pp. 5-6.

55. Gowdy, John y Raluca I. Iorgulescu, “Book Review” [Randolph Beard & Gabriel A. Lozada. 1999. *Economics, Entropy and the Environment: The Extraordinary Economics of Nicholas Georgescu-Roegen*. Edward Elgar, Cheltenham], *Journal of Bioeconomics*, 5 (2003), pp. 75-76.

do a partir del rigor matemático sin estar muy convencido de que los modelos mecánicos fueran una buena representación de la conducta económica, ni de los axiomas convencionales de decisión del consumidor. Pero fue ignorado, mostrando el desdén de los economistas en considerar la epistemología de su profesión⁵⁶.

Georgescu-Roegen indicó en 1983 en la *Atlantic Economic Conference*, que se había quebrado el concepto de simetría en economía, el cual se había adoptado de la física y había afectado la evolución del pensamiento económico por el triunfo del reduccionismo matemático⁵⁷. Llamó la atención sobre las dimensiones y analogías biológicas que podían darse para explicar las conductas de poblaciones, porque las escalas humanas no eran las de las hormigas y de otras especies debido a que el ser humano había alterado la viabilidad de la vida por el agotamiento de la energía y los combustibles: las tecnologías son posibles pero no crean sus combustibles y, por tanto, no son completamente viables⁵⁸. La influencia de Schumpeter se dejaba sentir en la insistencia en la superioridad de la evolución sobre la mecánica para describir un fenómeno económico dentro de la realidad observada y no de la manipulación matemática⁵⁹.

La idea de simetría marcó gran parte de la física en el siglo XX y en particular de la física de alta energía, que ofrecía un sistema armónico capaz de entregar una explicación bella sobre el universo, con elegancia, simplicidad y unicidad. También daba un set de principios poderosos y generales de valor cultural que fundamental que entre 1945 y 1980, cuando la física de alta energía empleó la idea de simetría como un inmenso poder teórico y político en Estados Unidos para financiar sus proyectos, prestigio que provenía de su empleo en la teoría de la relatividad y en la teoría general de Einstein⁶⁰. Mientras más elemental, más simple y, por tanto, más definitiva y más estrecha al aterrizar en un argumento casi teológico para encontrar una estructura lógica al universo y reglas que gobiernan la materia⁶¹. Sus antecedentes estaban en la geometría y en los *Principia* de Newton, quien había empleado un lenguaje geométrico con una fuerte valoración de la tradición matemática griega. Newton asociaba las propiedades físicas de los

56. Gowdy y Iorgulescu, "Book Review", p. 76.

57. Georgescu-Roegen, Nicholas. "Feasible Recipes Versus Viable Technologies", *Atlantic Economic Journal*, 12:1 (1984), pp. 21, 22.

58. Georgescu-Roegen, "Feasible", pp. 27-28.

59. Daly, Hermane. "How Long Can Neoclassical Economist Ignore the Contributions of Georgescu-Roegen?", en: Mayumi, Kozo y John M. Gowdy (Eds.). *Bioeconomics and Sustainability. Essays in honor of Nicholas Georgescu-Roegen*. Cheltenham UK: Edward Elgar, 1999, pp.14. Mesner, Susan y J. M. Gowdy. "Georgescu-Roegen's Evolutionary Economics", en: Mayumi y Gowdy. *Bioeconomics*, p. 51.

60. Stevens, Hallam. "Fundamental Physics and its Justifications, 1945-1993". *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences*, 34:1 (2003), pp. 151-154.

61. Stevens. "Fundamental", pp. 193-194.

cuerpos y su movimiento para una descripción más simple y elegante⁶², ideas adoptadas por los economistas como imagen de su disciplina.

En ese marco de quiebre relativo de la ortodoxia del equilibrio y de la idea de simetría, en la década de 1980 se planteó el argumento evolutivo moderno en el cual dos temas son centrales: 1) el mecanismo causal que produce diferentes patrones de conducta en una clase de entidades y 2) un proceso dinámico de selección que resuelve estas diferentes conductas en emergentes patrones de cambio⁶³.

Representativo de ese planteamiento fue el trabajo de Nelson y Winter con *Evolutionary Theory of Technical Change* (1982) al emplear el enfoque evolutivo para demostrar la relación entre la introducción de innovaciones importantes de tecnología y los desarrollos cíclicos a largo plazo en la economía mundial, enfatizando que se debían atender tres principios de conducta de empresas y mercados: principio de variación, herencia y selección⁶⁴. El proceso de innovación tecnológico resolvía sus problemas compitiendo sus productos en un ambiente de selección como es el mercado, en donde las soluciones ocurren mediante trayectorias gobernadas por paradigmas o regímenes tecnológicos, cuyas actividades generan nuevas configuraciones dominantes y en donde un nuevo producto sintetiza la acumulación de soluciones previas. Los diseños dominantes generan tendencias hacia la estandarización reduciendo la variedad de posibles productos a unas pocas especies, y en el curso de su desarrollo las tecnologías mejoran haciéndose más eficientes y adaptadas al mercado⁶⁵. Las consecuencias de la creatividad y cambio dependen de una fuerte coordinación mediante procesos de mercado en donde los negocios compiten por nuevas ideas⁶⁶.

Lo anterior llamaba a la necesidad de atender las trayectorias y los paradigmas tecnológicos como un especial tipo de instituciones, introduciéndose un paralelo con la filosofía de la ciencia por la existencia de paradigmas de acuerdo a Kuhn (1962) y como evolución de paradigmas tecnológicos presentes en la noción de los paradigmas tecno-científicos y de los meta-paradigmas tecnológicos de un

62. Guicciardini, Niccolo. "Conceptualism and Contextualism in the Recent Historiography of Newton's *Principia*", *Historia Mathematica* 30 (2003), pp. 407-416.

63. Metcalfe, Stanley, *Evolutionary Economics and Creative Destruction*. London and New York: Routledge, 1998, p. 6.

64. Nelson, R.R. and S.G. Winter. *An Evolutionary Theory of Technical Change*. Cambridge, Mass: Belknap Press of Harvard University Press, 1982. Nightingale, John, "Anticipating Nelson and Winter: Jack Downie's Theory of Evolutionary Economic Change", *Journal of Evolutionary Economics*, 7:2 (1997), p. 148.

65. Metcalfe, J.S. "Technology Systems and Technology Policy in an Evolutionary Framework", *Cambridge Journal of Economics*, 19:1 (1995), pp. 27-37. Giannetti, Renato. "Las representaciones de la innovación tecnológica en perspectiva histórica", *Revista de Historia Industrial*, 6 (1994), p. 32.

66. Metcalfe, *Evolutionary Economics*, p. 6.

régimen dominante por varias décadas⁶⁷. Aunque se ignoraron las críticas a Kuhn de que había no menos de 21 definiciones de lo que era un paradigma científico, no todas asimilables a un régimen dominante o puntos de quiebre.

Estos trabajos enfatizaron en el proceso de mercado y en los empresarios, haciendo más relevante el estudio de economías reales a la vez que se extendía la influencia de la economía hacia otras ciencias sociales. Las instituciones se emplearon como formas organizativas y de decisión racional, acercándose a los estudios de conducta sobre las predisposiciones y procesos de aprendizaje, ya que permitían incorporar las reglas de la epigénesis, es decir, cómo los organismos encuentran rápidas soluciones a problemas presentados por el medio ambiente. Lo cual hizo más "seria" la dimensión temporal al asimilar la historia económica al papel que tenía la paleontología en la biología⁶⁸.

Esto último refleja en todo caso los problemas de asimilar analogías, ya que ignoran que los restos fósiles por sí mismos no entregan evidencia completa porque los patrones de adaptación son generales, se logran entender a través del tiempo y en forma contextual. Otras críticas destacan el escaso progreso en la teorización formal para entender los procesos tecnológicos en relación a otros macro y micro procesos, cuya solución estaría en la creación de nuevos tipos de matemáticas para modelar sistemas evolutivos complejos, ofreciendo así una bien estructurada alternativa a la teoría neoclásica⁶⁹.

5. La frontera intelectual entre el tiempo, equilibrio y evolución: la historia económica

De fondo siguen primando las ideas ya sentadas en Smith como en Malthus, dadas por considerar de que la expansión de la economía no se daba por el cambio tecnológico sino por la competencia que al crear uniformidad negaba la diversidad y, por tanto, no haría necesario explicarla con una teoría dinámica⁷⁰. Por ello la inclusión de la tecnología y de los empresarios en los modelos económicos sigue siendo difícil de hacer si se separan las esferas de producción y distribución como si fueran independientes, con lo cual el entendimiento de la tecnología sigue siendo pobre en las ciencias sociales, manteniéndose la queja de que la tecnología

67. Andersen, Birgitte. "The Evolution of Technological Trajectories, 1890-1990", *Structural Change and Economic Dynamics*, 9 (1998), p. 12.

68. Landa y Ghiselin, "The emerging", pp. 6-8.

69. Ghiselin, "Progress", p. 43. Bergh, Jeroen C.J.M van den, y John M. Gowdy, "The Microfoundations of Macroeconomics: an Evolutionary Perspective", *Cambridge Journal of Economics*, 27 (2003), pp. 78-79.

70. Niman, "Competition", pp. 222-223.

cambia y la teoría económica no⁷¹. Lo cual influye directamente sobre la toma de decisiones de políticas como también en la historia de la actividad económica.

Las explicaciones más frecuentes al respecto son que la tecnología constituye una "caja negra" fuera de la competencia de los economistas, como también que la ciencia y la tecnología pueden ser analizados como factores exógenos y finalmente que existen pocos datos.

Frente a lo anterior, Chris Freeman en la década de 1990 llamó la atención sobre la necesidad de integrar economía e investigación histórica con el fin de hacer los mapas de la dirección del cambio tecnológico, identificar las características particulares de su evolución e incrementar la cooperación entre economistas, historiadores de empresas, teóricos de organización y sociólogos preocupados en dichos fenómenos⁷². Recientemente Hodgson indicó que la nueva agenda para buscar una teoría del proceso de cambio consecutivo, sería mediante una fuerte aproximación interdisciplinaria empleando visiones de la filosofía, sociología, antropología, geografía, historia, psicología y biología, y privilegiando las metáforas de la biología. A su vez para Ghiselin una concepción dinámica de la economía está contenida en las ideas biológicas, las cuales desde el siglo XIX permitieron ubicar el progreso económico dentro de un modelo general de diversidad⁷³.

Para lo anterior la frontera intelectual es la historia económica, a la cual le ha sido muy difícil considerar evolución y biología no sólo por la biofobia proveniente de su dimensión social, como del formalismo físico y matemático. Esto además se ha cuestionado mediante un programa de profesionalización dado de las últimas décadas el cual se ha basado en verificar hipótesis utilizando la alquimia de la cliometría, es decir, la aplicación de teoría e hipótesis de beneficios y de rendimiento testeadas con datos históricos verificados estadísticamente. Con lo cual los cliometristas se encuentran en el positivismo metodológico cuyo argumento, en última instancia, reside en los departamentos de economía. Y es que la revolución cliométrica de la década de 1960 antecedió al postmodernismo y el positivismo capturó a la historia económica antes que a los humanistas para lo cual fue decisiva su asociación a los estándares académicos más formales. Para la aplicación microeconómica-cliométrica la teoría económica sugiere las hipótesis y pro-

71. Niman, "Competition", p. 221. Katherine Nelson y Richard R. Nelson, "On the nature and evolution of human know-how", *Research Policy*, 31:5 (2002), p 726. Audretsch, David B., et.al., "The Economics of Science and Technology", *Journal of Technology Transfer*, 27:2 (2002), pp. 155-157. Dibiaggio, Ludovic. "Book Review" [David J. Teece, *Managing Intellectual Capital. Organizational, Strategic, and Policy Dimensions*], *Technovation*, 22 (2002), pp. 62-64.

72. Freeman, "The Economics", pp. 475-477, 483, 486.

73. Hodgson, Geoffrey M., "Frontiers of Institutional Economics", *New Political Economy*, 6:2 (2001), pp. 251-252. Ghiselin, Michael T., "Progress and the Economy of Nature", *Journal of Bioeconomics*, 1:1 (1999), p. 38.

blemas concluyendo, habitualmente, que los recursos están asignados insuficientemente⁷⁴.

Sin embargo, la dimensión histórica es distintiva del enfoque biológico y evolutivo como del económico según lo indicaron Marshall, Schumpeter y Georgescu-Roegen, para esto se han hecho llamados desde la bioeconomía a fin de establecer un programa de investigación en torno a la noción de progreso tecnológico, pero lo que se ha hecho ha sido emplear analogías biológicas simplistas, algunas erradas, o bien investigaciones anteriores que se presentan bajo un lenguaje evolutivo⁷⁵. Por ejemplo, Nelson y Winter así como Joel Mokyr, si bien manifiestan emplear analogías darwinistas, interpretan la evolución económica como un proceso de evolución cultural que se acerca más bien a las ideas de Lamarck sobre herencia de características adquiridas⁷⁶. No menos discutible es la aplicación de una versión escolar de la teoría evolutiva a la historia humana para establecer hipótesis testeables, con selección de variables designadas y manipulación estadística. Tal es el caso del libro de Frank J. Sulloway, *Born to Rebel: Birth Order, Family Dynamics, and Creative Lives*, en que analizó el orden de nacimiento, considerando a la familia como “nicho” para descifrar algunas conductas que gobiernan las sociedades y en donde la historia primero es biografía y secundariamente sociología. Simplificó fenómenos históricos altamente complejos como la Revolución Francesa y las decisiones mundiales las redujo a consecuencias dadas en el “nicho” de la familia⁷⁷.

6. “Un hacha (...), no engendra otro hacha”

Las herramientas de la biología evolutiva son útiles, pero presentan problemas. Central es creer que la evolución incrementa o no la complejidad, pero la medida de complejidad no necesariamente se traduce en adaptación; un organismo bien adaptado a un ambiente o nicho simple puede tener una más baja complejidad física que un organismo más pesado adaptado a un nicho más complejo⁷⁸. Por esto se deben atender con cuidado algunas dimensiones.

Importante es distinguir que en el mundo biológico el “éxito” no significa ganancia, como tampoco en el mundo natural no se necesita moneda. Para Witt la noción de competencia puede ser entendida erróneamente porque un asunto es

74. Craig, Lee A., “The Cliometricians Pursue Leviathan”, *Journal of Interdisciplinary History*, XXIX:2 (1998), pp. 274-276.

75. Witt, “Bioeconomics”, p. 25. Lewens, Tim, “Darwininnovation!. Essay review”, *Studies in History and Philosophy of Science*, 33 (2002), pp. 199-207.

76. Kelm, “Schumpeter’s Theory”, p. 118, nota 20.

77. Spitzer, Alan B. y Michael S. Lewis-Beck, “Social Science Fiction”, *Journal of Interdisciplinary History*, XXX:II (1999), pp. 260, 265, 271.

78. Adami, Christoph, “What is Complexity”, *BioEssays* 24:12 (2002), pp. 1085, 1093.

competir en mercados y otro es el contexto genético en donde las fuerzas selectivas operan a nivel de cambios de población y en donde los cambios a nivel individual son pequeños⁷⁹. Así, la conducta exitosa de firmas u organismos con analogías de "grandes" y "chicos" no son equivalentes a la lucha que libran un gato y un ratón. Por ejemplo el enfoque de historia de empresas de Alfred Chandler, se preocupa por los cambios en la morfología de las empresas en el largo plazo⁸⁰, enfatizando en las grandes firmas como las más capaces para movilizar recursos masivamente en producción, distribución y financiamiento, pero no le otorga mucha importancia al Estado, a otros actores y a otras escalas⁸¹. Reflejando el ambiente económico e intelectual prevaleciente desde 1945 hasta 1970 en donde el progreso era equivalente a crear instituciones cada vez más grandes⁸². Dejando de lado los conocimientos y calificaciones que, en ciertos casos, no pudieron ser coordinados efectivamente mediante los mercados tradicionales, lo que indica que más que la escala lo importante es considerar a las instituciones y a la política como movilizadoras y coordinadoras⁸³. Por ello hoy en día se cuestiona el rol monopólico de la gran empresa como generadora de progreso tecnológico en Estados Unidos, ya que pequeñas y medianas firmas generan cerca de la mitad de los nuevos procesos y equipos de ingeniería⁸⁴.

Otro aspecto es que muchas veces a las firmas se las considera como analogía de especies, pero la firma moderna debe considerarse como un agregado de diferentes unidades de negocios siendo "*una unidad de propiedad no una unidad de transformación*"⁸⁵.

No debe desdeñarse que la crucial fuente de la evolución económica es el aprendizaje humano, conocimiento y creatividad que no siguen las mismas reglas de adaptación bajo selección natural⁸⁶. Competencia sólo son fuerzas de éxito o ineficiencia de las firmas y producir a bajos costos no es la lucha por la sobrevivencia sino lograr posición dominante en el mercado⁸⁷.

79. Landa y Ghiselin, "The Emerging", p. 9. Witt, "Bioeconomics", p. 23.

80. Chandler, Alfred, *Scale and Scope. The Dynamics of Industrial Capitalism*. Cambridge, Mass. Harvard University Press, 1990.

81. Maier, Charles S. "Accounting for the Achievements of Capitalism: Alfred Chandler's Business History", *Journal of Modern History*, 65:4 (1993), pp. 774, 775, 781, 782. Parker, William. "A 'New' Business History?. A Commentary on the 1993 Nobel Prize in Economics", *Business History Review*, 67:4 (1993), pp. 623-636.

82. Drucker, *La innovación*, p. 28.

83. Metcalfe. "Technology Systems", p. 34.

84. Patel, Parimal y Keith Pavitt, "The Continuing, Widespread (and Neglected) Importance of Improvements in Mechanical Technologies", *Research Policy*, 23 (1994), pp. 533-535.

85. Metcalfe. *Evolutionary Economics*, p. 27.

86. Witt, "Bioeconomics", p. 24.

87. Niman, "Competition", pp. 221, 225.

En economía la noción de selección se ubica más en las instituciones que en los artefactos o bienes⁸⁸, tal como lo señalara el antropólogo Claude Lévi-Strauss en el sentido de que la validez histórica de las reconstrucciones del naturalista tiene la garantía del lazo biológico de la reproducción pero “*un hacha (...), no engendra otro hacha*”, en dos útiles idénticos habrá siempre una discontinuidad radical derivada de que uno no ha nacido del otro, un tenedor europeo o uno polinesio reservado para comidas rituales no forman una especie⁸⁹.

Debe tenerse cuidado con el uso simple de ideas como selección de tecnologías, ya que no significa que el mejor artefacto sea el que más prolifera o sea el más usado⁹⁰, lo que comprende no sólo los artefactos sino las técnicas empleadas por los humanos desde tiempos antiguos para domesticar plantas y animales, los cuales pueden ser una selección artificial de entes biológicos a diferencia del proceso natural⁹¹.

Finalmente, los sistemas que evolucionan no necesariamente son óptimos, consideración que entra en conflicto con las certezas que se quieren establecer. Tal fue la aplicación de la idea evolutiva a lo social hecha por Herbert Spencer en el siglo XIX, quien tenía como óptimo de civilización a la sociedad inglesa liberal con una visión teleológica de la evolución cuyas bases estaban en Lamarck, no en Darwin. Desarrolló una analogía entre el organismo y la sociedad, estructura y funciones en donde la evolución era progresiva y llevaba hacia formas perfectas tanto de sociedad como biológicas. Pero al final de su vida vio que la sociedad inglesa desde la década de 1870 había experimentado una involución militarista y burocrática, un colectivismo estatal que identificó como re-barbarización, radicalmente en contradicción con su sistema de ideas⁹².

Las analogías simplistas son fuertes en ciencias sociales, más en unas que en otras. En arqueología Stephen Shennan, en términos menos refinados que en economía, señaló que los humanos son una especie que se ha desenvuelto a través de selección natural como otras especies biológicas, por lo que las mismas ideas pueden ser aplicadas al estudio de la conducta humana. Considerando a la biología como un todo para demostrar el principio de “*behavioral ecology*” cuyo análisis de la conducta animal se basa en el principio de optimización, el cual asume que

88. Witt, “Bioeconomics”, p. 23.

89. Lévi-Strauss, Claude. *Antropología estructural I*. Buenos Aires: EUDEBA, 1972, p. 4.

90. Lewens, “Darwinnovention!”, p. 204.

91. Sterrett, Susan G., “Darwin’s Analogy Between Artificial and Natural Selection: How does it go?”, *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, 33 (2002), pp. 151-152, 157-160.

92. Broda, “Commons and Veblen”, pp. 236-238. Battistelli, Fabrizio. “War and Militarism in the Thought of Herbert Spencer: With an Unpublished Letter on the Anglo-Boer War”, *International Journal of Comparative Sociology*, XXXIV:3-4 (1993), pp. 202-205.

los individuos pueden relacionar sus ambientes para maximizar su éxito reproductivo⁹³.

Algunos principios darwinistas de variación, selección y herencia pueden ser aplicados a la realidad social y económica. No ofrece explicaciones completas de los fenómenos socio-económicos pero el darwinismo es una explicación universal, aunque la economía no puede ser abandonada a la biología⁹⁴. Más bien el entusiasmo hay que tomarlo con cautela, la construcción de una explicación debe partir por la revisión de planteamientos y no incluir métodos y teorías de otras disciplinas por mera moda académica. Una crítica al respecto la dio Schumpeter sobre la pretensión de coordinar métodos y resultados mediante diferentes vías de acceso, siendo difícil de lograr debido a que son pocos los competentes para llevarlo a cabo, señalando que "el bosque sintético puede tener un raro parecido a un campo de concentración intelectual"⁹⁵. Observación en sintonía con la planteada por Eugen von Böhm-Bawerk (1851-1914):

Probablemente a ningún fundador de un sistema científico le ha sido dado desarrollar hasta sus últimas consecuencias todas las ideas importantes que integran el sistema por él creado. Las fuerzas y la vida de un solo hombre no son bastante para ello. El individuo, por lo general, sólo alcanza a investigar hasta sus fundamentos y a seguir en sus múltiples complejidades y ramificaciones algunos de los pensamientos que forman el armazón fundamental del sistema de que es creador⁹⁶.

93. Shennan, Stephen. "Archaeology and Evolutionary Ecology", *World Archaeology (Issue: Archaeology & Evolutionary Ecology)*, 34:1, 2002, pp. 1-5.

94. Hodgson, "Darwinism", pp. 277-278.

95. Schumpeter, Joseph A. *Capitalismo, socialismo y democracia*. Barcelona: Ediciones Orbis, 1983, vol. 1, p. 77.

96. Böhm-Bawerk, Eugen von. *Capital e interés. Historia y crítica de las teorías sobre el interés* [1884]. México: Fondo de Cultura Económica, 1947, p. 94.

RESUMEN

En el presente artículo se plantea que, si bien existe un consenso general con respecto a que la acción del empresario y el cambio tecnológico son las fuentes más importantes para el dinamismo de las economías capitalistas, su análisis en cambio presenta problemas a la hora de considerar el comportamiento turbulento, en desequilibrio y muchas veces incierto que caracterizan la acción empresarial y la innovación, en especial tecnológica. Para ello se presenta un marco de análisis poco considerado en los estudios de la tecnología, los empresarios y las políticas de desarrollo en América Latina, conformado por analogías y metáforas evolutivas del pensamiento biológico. El análisis se presenta en seis secciones: la primera trata sobre la relativa falta de interés de la historia económica por los fenómenos tecnológicos en América Latina, los cuales plantean interesantes desafíos conceptuales. En la segunda parte se analiza uno de ellos, a partir del estudio de la permanente tensión entre dinámica y equilibrio. Un camino para resolver esa tensión son las analogías biológicas de organización del organismo, presentes en el origen de las disciplinas científicas y que entraron en conflicto con el edificio conceptual de la economía neoclásica. Este último aspecto se aborda en la cuarta sección, vinculado al concepto de simetría en economía, de necesaria consideración para un abordaje histórico. En la quinta y sexta sección se plantea que la frontera intelectual entre historia, equilibrio y evolución está presente en la historia económica, a la que todavía le queda camino por recorrer para que se consideren los desafíos intelectuales de su disciplina como parte de las ciencias sociales.

ABSTRACT

This article argues that, even when there is a general consensus that entrepreneurial action and technological change are the strongest sources of dynamism in capitalist economies, in its analysis some problems arise when considering the turbulent behavior in disequilibrium and often uncertain that characterizes entrepreneurial action and innovation -especially technological innovation. To do so we present a framework for analysis seldom considered in studies of technology, entrepreneurs and development policies in Latin America, that is formed by evolutionary analogies and metaphors taken from biological thought. The analysis is presented in six sections: the first deals with the little interest taken by economic history in technological phenomena in Latin America, that poses interesting conceptual challenges. In the second section one of them is considered approaching the study of the permanent tension between dynamics and equilibrium. Biological analogies of the organization of an organism, present in origin of scientific disciplines, and conflicting with the theoretical building of neoclassical economics, are a way to solve the problem. That conflict is considered in section four, in relation to the concept of symmetry in economics, which is necessary for a historical approach. In sections five and six it is argued that the frontier between history, equilibrium and evolution is present in economic history, that still has some way to go in order to establish its intellectual challenges as part of social sciences.