

Pensamiento complejo y ciencias de la complejidad

Propuesta para su articulación epistemológica y metodológica

Leonardo G. Rodríguez Zoya

Pascal Roggero

Paula G. Rodríguez Zoya

La tesis defendida afirma la pertinencia de la articulación entre el pensamiento complejo y las ciencias de la complejidad. Mientras que el primero podría encontrar en las segundas la dimensión metodológica de la que carece; las ciencias de la complejidad podrían nutrirse del marco epistemológico que fundamenta el primero. El artículo expone el análisis de la complejidad como problema científico y desarrolla una propuesta de articulación epistemológica y metodológica entre ambos enfoques. El trabajo concluye con el señalamiento de algunos desafíos futuros.

Palabras clave: pensamiento complejo, ciencias de la complejidad, sistemas complejos, epistemología, modelización, simulación computacional.

ABSTRACT

The goal of this article is to propose an articulation of complex thought and complexity science. The first approach could find in complexity science the methodology which it lacks; whereas the second one could benefit from the epistemological framework developed by the complex thought. The article analyses complexity as a scientific problem and develops an epistemological and methodological suggestion to articulate both perspectives. As a conclusion, we point out some future challenges.

Key words: complex thought, complexity science, complex systems, epistemology, modeling, computer simulation.

INTRODUCCIÓN

Más allá de las diferencias terminológicas –poco explícitas para los no especialistas– entre pensamiento complejo y ciencias de la complejidad, existe una controversia semántica sobre la significación misma del término complejidad. Una anécdota ilustrará este propósito. En la ocasión de un almuerzo del cual uno de los autores de este trabajo fue testigo en octubre de 2004 –en el marco del encuentro “Ciencia y ciudadanos” organizado por el Conseil National de la Recherche Scientifique (CNRS) (Consejo Nacional para la Investigación Científica)– en la ciudad de Poitiers –Francia–, el filósofo Edgar Morin se dirige al físico Gérard Weisbuch, uno de los promotores de las ciencias de la complejidad en Francia, de la siguiente manera: “Su concepción de complejidad excluye la mía, mi concepción de complejidad incluye la suya”. Seguidamente, el filósofo francés argumentó su posición diferenciado la “complejidad restringida”, relativa a las ciencias de la complejidad, de la “complejidad general” desarrollada en su obra sobre el pensamiento complejo (Morin, 2007:28-50).

La primera constituye una aproximación científica al estudio de los sistemas complejos; su novedad es de orden metodológico y técnico y no implica, necesariamente, una renovación epistemológica (Rodríguez y Roggero, 2011:151-156). Metodológicamente, las ciencias de la complejidad se basan en el empleo intensivo de métodos formales –en rigor, el modelado y la simulación matemática y computacional– para tratar nuevos problemas científicos, fundamentalmente, el comportamiento caótico, las propiedades emergentes y la dinámica no lineal.¹ Mientras que la segunda constituye un enfoque epistemológico que intenta repensar y recomponer la relación entre ciencia y filosofía. En efecto, el pensamiento complejo se inscribe en los desarrollos científicos contemporáneos, pero al mismo tiempo que los integra, los trasciende en su modo de interrogación cuestionándose por “el conocimiento del conocimiento” y articulando esta indagación con una reflexión ética y política.

Asimismo, es interesante notar que el autor de *El método* (1977-2006) considera una eventual convergencia entre las dos concepciones de la complejidad (Morin, 2007). Sin embargo, lo esencial de este trabajo de articulación, tanto en el plano teórico y epistemológico como metodológico y empírico, constituye una tarea pendiente, con excepción de algunos pocos esfuerzos orientados en esta dirección;²

¹ Para una introducción véase Maldonado (2005:85-125), Maldonado y Gómez (2010a; 2010b).

² Véanse, por ejemplo, Malaina (2012), Rodríguez (2013) y Roggero (2006).

lo que permite afirmar la existencia de una ignorancia mutua entre estas dos concepciones de complejidad (Roggero, 2008).

La tesis central de este artículo afirma que el pensamiento complejo y las ciencias de la complejidad constituyen enfoques complementarios, cuya articulación permitiría superar las debilidades relativas a cada enfoque considerado aisladamente. En efecto, el pensamiento complejo podría nutrirse de la metodología de los sistemas complejos para abordar empíricamente la complejidad, operacionalizar y tratar formalmente los núcleos teóricos planteados en la obra de Edgar Morin. Correlativamente, las ciencias de la complejidad podrían encontrar en el pensamiento de Morin un marco epistemológico ampliado del que parecen carecer. Así, el pensamiento complejo constituiría un método necesario para un estudio crítico de los sistemas complejos que atienda a los aspectos epistemológicos, axiológicos y políticos inherentes a su práctica científica.

La estrategia argumental del artículo está organizada del siguiente modo. Primeramente, se examina el concepto de complejidad como problemática científica y se analiza su surgimiento en la historia de la ciencia, lo que permite caracterizar la disyunción actual entre pensamiento complejo y ciencias de la complejidad (sección 2). Luego de este análisis se desarrolla la propuesta de articulación epistemológica y metodológica entre ambos enfoques, la cual se elabora en dos momentos argumentativos. Por un lado, se indaga en los aportes que las ciencias de la complejidad pueden realizar al pensamiento complejo (sección 3); y por el otro, los aportes que la obra de Morin podría realizar al estudio científico de los sistemas complejos (sección 4). Finalmente, se concluye con una síntesis del análisis realizado y un señalamiento de algunos desafíos futuros (sección 5).

LA CONSTRUCCIÓN SOCIOHISTÓRICA DE LA COMPLEJIDAD COMO PROBLEMA CIENTÍFICO

Con toda legitimidad puede sostenerse que la complejidad del mundo social y natural ha sido una preocupación del pensamiento filosófico antiguo y moderno.³ Sin embargo, la ciencia moderna se constituye como tal a partir de la negación de la complejidad: las leyes de la naturaleza debían develar la estructura simple que rige el orden del mundo (Morin, 2004). La revolución galileana-kepleriana-newtoniana consolidó un paradigma determinista y mecanicista (Piaget y García, 2008), un mundo hecho de materia pasiva e inerte que expulsó la creatividad y la complejidad

³ Véanse Riera (1998; 2001) y Rodríguez (2010:63-100).

de la naturaleza (Prigogine, 1983). La complejidad fue más bien una preocupación filosófica antes que un problema científico.⁴

En la historia de la ciencia se evidencia un proceso de reconocimiento progresivo de la complejidad por parte de la racionalidad científica (Rodríguez, 2011). La primera fisura del paradigma científico clásico provino de la termodinámica y la teoría de la evolución que inscribieron el problema de la irreversibilidad del tiempo en el corazón del pensamiento científico. Así, nacieron dos flechas del tiempo opuestas: la de la complejidad creciente y el surgimiento de nuevas estructuras (evolución), y la tendencia hacia el orden y la destrucción de estructuras previas (termodinámica). A este andamiaje se sumó el problema de la no linealidad y el comportamiento caótico, tratado por Henri Poincaré a fines del siglo XIX a propósito de la relación entre tres cuerpos (Tierra, Luna y Sol) (Briggs y Peat, 1989). A estas grietas epistémicas se agregan las abiertas por las dos revoluciones de la física post-newtoniana, la mecánica relativista y la mecánica cuántica; y más tarde, la discusión abierta por Kurt Gödel en la década de 1930 en torno al problema de la incompletitud de los sistemas formales que presuponen la aritmética o la teoría de los conjuntos. Luego, vería la luz el campo de las lógicas no clásicas y sus desarrollos para tratar el problema de la contradicción lógica y superar los límites de la lógica conjuntista-identitaria (Castoriadis, 2007).

La construcción de la complejidad como problema científico emerge en las décadas de 1940 y 1950 cuando surgen las primeras teorías, métodos y conceptos para abordarlos (Simon, 1973; Weaver, 1948:536). Fue Warren Weaver (1948) quien acuñó el concepto de problemas de complejidad organizada para categorizar un nuevo tipo de problemas de la ciencia contemporánea, distinguiéndolos tanto de los problemas de simplicidad abordados por los modelos mecánicos de la física clásica, como de los problemas de complejidad desorganizada estudiados a partir de modelos estadísticos.

La constitución histórico-social de la complejidad como objeto de interés de la ciencia contemporánea no puede entenderse sino a través de su contextualización con la revolución tecnocientífica de mediados del siglo XX y las cuestiones militares e industriales derivadas de la Segunda Guerra Mundial (González, 2005). Así, el análisis histórico-crítico revela el carácter político y no neutral de la investigación científica en sistemas complejos (Alonso, 2012:1-28).

Desde los tiempos de Weaver hasta el presente, el estudio de los sistemas complejos se ha desarrollado de modo vigoroso como un campo de investigación innovador y altamente dinámico de la ciencia contemporánea. Testimonio de ello es el florecimiento

⁴ Para un análisis pormenorizado de las trayectorias filosóficas y científicas de los sistemas complejos, véase Reza (2010).

de un número creciente de centros de investigación en las principales universidades del mundo anglosajón y europeo continental⁵ y, más recientemente, en América Latina.⁶ Paralelamente, ha proliferado la publicación de obras científicas y de divulgación sobre complejidad; además, se han creado revistas especializadas en la temática,⁷ al tiempo que se han lanzado con éxito nuevas sociedades y asociaciones científicas.⁸ De este modo, se consolidan y expanden redes internacionales de cooperación y de investigación en sistemas complejos, cuyas líneas de trabajo comprenden tanto las ciencias físico-naturales, las ciencias de la computación y la matemática, como las ciencias sociales, incluyendo la antropología y la arqueología. De esta manera, asistimos a la configuración de un espacio de investigación de vocación verdaderamente transdisciplinar.

Como objeto de indagación científica, la complejidad refiere al estudio del comportamiento auto-organizado, emergente, adaptativo y no lineal de fenómenos del mundo físico, biológico y social (Miller y Page, 2007). Así, el trabajo de investigación en complejidad implica reconocer nuevos tipos de problemas y de objetos científicos: fenómenos caóticos, lógicas no clásicas, fenómenos de alta incertidumbre, dificultad

⁵ El Santa Fe Institute [<http://www.santafe.edu>] y el New England Complex Systems Institute [<http://necsi.edu>] en los Estados Unidos; el Instituto de Sistemas Complejos de París [<http://www.iscpif.fr>]; el Instituto Interdisciplinario de Fenómenos no Lineales y Sistemas Complejos de la Universidad Libre de Bruselas [<http://www.ulb.ac.be/rech/inventaire/unites/ULB164.html>]; el Instituto Max Planck en Alemania [http://www.mpipks-dresden.mpg.de/index_en.html], son algunos ejemplos de una lista realmente extensa.

⁶ Se destaca, fundamentalmente, el Centro de Ciencias de la Complejidad de la Universidad Nacional Autónoma de México [<http://c3.fisica.unam.mx/>].

⁷ *Emergence: Complexity and Organization; Non linear phenomena in Complex Systems; Journal of Social Complexity; Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, entre otras. También cabe destacar que las revistas especializadas más influyentes a nivel internacional le han dedicado números especiales a la temática. Se documentan ediciones especiales en *American Behavioral Science* en 1999, *Journal of Economic Dynamics and Control* en 2001 y 2004, *Computational Economics* en 2001 y 2007, *Proceedings of the National Academy of Science* en 2002, *Journal of Economic Behavior and Organization* en 2004, *Journal of Public Economic Theory* en 2004, *American Journal of Sociology* en 2005, *Advances on Complex Systems* en 2008. También han aparecidos artículos en revistas influyentes como *Nature*, *Science*, *Physica A*, *Journal of Theoretical Biology*, *American Sociological Review*, *Annual Review of Sociology*, *Philosophy of the Social Sciences*, *Artificial Intelligence Review*. En el ámbito latinoamericano se destacan los números especiales de la revista *Argumentos* (núm. 67, 2011); y de la revista *Utopía y Praxis Latinoamericana* (núm. 38, 2007).

⁸ Por ejemplo, la Complex Systems Society [<http://www.complexsociety.eu/>] y la Comunidad de Pensamiento Complejo [<http://www.pensamientocomplejo.org>].

—o incluso imposibilidad— de predicción (Maldonado, 2003:139-154). El estudio de lo complejo supone, en general, alguna forma de trabajo interdisciplinario o al menos de cooperación entre disciplinas. En efecto, el marco teórico-conceptual y metodológico de una sola disciplina a menudo es insuficiente para dar cuenta de la multidimensionalidad de un sistema complejo (García, 2006). En un sentido más profundo, el crecimiento sostenido de un campo de investigación en sistemas complejos o, mejor aún, la idea de una ciencia de la complejidad, conduce de alguna forma a una redefinición de la división del trabajo científico y al replanteamiento de los vínculos entre las disciplinas, y entre las ciencias y las humanidades (González Casanova, 2005). Finalmente, el reconocimiento de la complejidad por parte del pensamiento científico contemporáneo plantea la necesidad de nuevos métodos y esquemas teórico-conceptuales que permitan el estudio sistemático y explícito de fenómenos complejos, su génesis, su estructura y sus modalidades de cambio, en suma, el análisis de la organización y la dinámica de los sistemas complejos (García, 2006).

Ahora bien, es interesante notar que la idea de complejidad y de sistemas complejos se ha desarrollado más fuertemente en el campo de las ciencias de la materia y de la vida que en las ciencias sociales y humanas (Maldonado, 2007b:101-132). En efecto, el problema de la complejidad no es objeto de reflexión teórica ni metodológica por parte de las ciencias sociales, salvo algunas excepciones.⁹ Más aún, mientras la idea de la complejidad del mundo social puede ser aceptada casi intuitivamente ya que es difícil negar que la acción social y los sistemas sociales son complejos, se destaca la ausencia de una teoría y una metodología para aproximarse al estudio de la complejidad social.¹⁰

En el marco de esta contextualización sociohistórica y científica cobra relevancia la distinción entre el enfoque del pensamiento complejo y de los sistemas complejos. En primer lugar, resulta fundamental observar que el pensamiento moriniano y las ciencias de la complejidad, además de dedicar sus esfuerzos teóricos y metodológicos a una misma problemática —centrada en la construcción de conocimiento de fenómenos de complejidad organizada— comparten la misma herencia científica relacionada con las teorías pioneras de la complejidad desarrolladas entre los años 1940 y 1975.¹¹

⁹ A título indicativo véanse Castellani y Hafferty (2009), Luhmann (1998) y Roggero (2006, 2008).

¹⁰ Véase Rodríguez y Leónidas (2011:147-166) y Sawyer (2005).

¹¹ Entre las teorías pioneras de la complejidad se destacan la teoría general de los sistemas (Bertalanffy), la teoría de la información (Shannon y Weaver), la cibernética (Wiener) y la cibernética de segundo orden (Von Foerster), la teoría de la auto-organización (Ashby), la termodinámica de los procesos irreversibles (Prigogine), la teoría del caos (Lorenz), la teorías de la autopoiesis (Maturana y Varela), la teoría de las catástrofes (Thom), la teoría de los autómatas celulares (Von Neumann), entre otras.

A este respecto, es importante destacar que, a pesar de haberse gestado de modo paralelo en el mismo periodo histórico, ambas concepciones de la complejidad se han desarrollado de modo independiente y presentan escasos puntos de articulación entre sí. El desencuentro entre estas dos concepciones de la complejidad obedece tanto a razones históricas y teóricas, como también institucionales y, quizás más profundamente, a cuestiones de orden ético y político. La obra de Edgar Morin comenzó a gestarse antes de la consolidación institucional de las ciencias de la complejidad.¹² Sin embargo, en el desarrollo posterior de su obra, el pensador francés no ha tomado a su cargo la tarea de articular su propuesta con los desarrollos más recientes de los sistemas complejos.¹³ Fue recién en el 2005 que Edgar Morin se pronunció al respecto de esta temática elaborando la célebre distinción entre la “complejidad restringida” –la de los sistemas complejos– y la “complejidad general” –la del pensamiento complejo (Morin, 2007). Si bien el pensador francés reclamó la complementariedad entre ambos enfoques, el diálogo entre ambas comunidades nunca se hizo efectivo.

La disyunción entre el pensamiento complejo y las ciencias de la complejidad se vio reforzada, por un lado, porque los investigadores del campo de los sistemas complejos continúan desarrollando su trabajo al margen de los planteos del pensamiento complejo;¹⁴ y por el otro, porque gran parte de los autores próximos al pensamiento complejo no han tomado a su cargo la tarea de actualización y revisión de la propia obra de Edgar Morin a fin de integrar críticamente los aportes de los sistemas complejos

¹² Los dos primeros tomos de *El método* fueron publicados en 1977 y 1980, antes de la fundación del Instituto de Santa Fe en 1984, uno de los máximos promotores de la “ciencia de la complejidad”.

¹³ A lo largo de los seis volúmenes de *El método* no hay ninguna referencia explícita a las teorías y métodos de modelización de los sistemas complejos, en la línea desarrollada por el Instituto de Santa Fe y otras instituciones líderes del campo. Tal como se señaló en la nota anterior, esto obedece a una razón estrictamente cronológica: los dos primeros tomos de *El método* se publicaron con anterioridad a la fundación del mencionado Instituto, por lo que dichos desarrollos no podrían haber sido tomados en cuenta. No obstante, tras la consolidación y difusión de los estudios de los sistemas complejos, la obra de Edgar Morin no ha integrado aquellos desarrollos teóricos, metodológicos y técnicos. Los autores de este trabajo consideramos que esta carencia no es sólo responsabilidad de Edgar Morin, quien avocó sus esfuerzos al desarrollo de su propia concepción, sino también la de sus seguidores.

¹⁴ Es difícil hallar en la literatura de sistemas complejos alguna referencia a la obra de Edgar Morin. Las razones de esta ignorancia son múltiples, las más de dos mil páginas de *El método* han sido traducidas parcialmente en inglés, además de la ausencia de formalización matemática en este texto, así como el escaso número de investigadores que se reivindicaban del pensamiento moriniano en el terreno científico, son algunas de las causas posibles.

desarrollados en los últimos 25 años, salvo algunas pocas excepciones.¹⁵ Con un espíritu crítico puede señalarse que las principales obras dedicadas al pensamiento de Edgar Morin han tendido a soslayar el problema relativo a su articulación con los sistemas complejos,¹⁶ lo que a nuestro juicio constituye una carencia de la que debemos responsabilizarnos quienes nos identificamos con el pensamiento complejo.

Finalmente, la dicotomía entre las dos concepciones de complejidad se vio acrecentada en el contexto latinoamericano debido a que varios autores se concentraron en señalar las limitaciones del pensamiento complejo y en destacar el carácter antagónico e inconmensurable con los sistemas complejos (Maldonado, 1999:9-27; Reynoso, 2009). Así, se ha elaborado una serie de distinciones conceptuales que poco contribuyen al diálogo efectivo entre los dos enfoques: la complejidad como método y la complejidad como ciencia (Maldonado, 2007a) o los algoritmos de la complejidad y las teorías discursivas de la complejidad (Reynoso, 2006).

Frente a estas posiciones dominantes, afirmamos la complementariedad entre el pensamiento complejo y las ciencias de la complejidad y reclamamos la relevancia para las ciencias sociales de interrogarse por los aportes recíprocos de ambos enfoques en el plano epistemológico, metodológico y ético-político.

UNA CIENCIA A LA CONCIENCIA: LAS CIENCIAS DE LA COMPLEJIDAD COMO ENRIQUECIMIENTO CIENTÍFICO Y METODOLÓGICO PARA EL PENSAMIENTO COMPLEJO

Una constante se impone: las ciencias de la complejidad se desarrollan en la literatura científica, incluyendo a las ciencias sociales, mucho más rápidamente que el pensamiento complejo. Este desarrollo se explica por la posibilidad que ofrece el enfoque de sistemas complejos de investigar de modo riguroso fenómenos que los enfoques analíticos y reductores son incapaces de abordar, tales como la emergencia, la auto-organización, la no linealidad, el caos, la bifurcación o la irreversibilidad (Le Moigne, 1990). Esta clase de fenómenos son de gran interés para las ciencias sociales, tal como destacaron algunos sociólogos anglosajones (Sawyer, 2003).

Esta nueva capacidad de investigación reside en la utilización de herramientas formales para modelar y simular la complejidad de los sistemas sociales (Edmonds

¹⁵ Véanse Le Moigne (1990), Malaina (2012), Roggero (2006 ; 2008:143-159), Sibertin *et al.* (2010) y Solana (2011:1-19).

¹⁶ Véanse, por ejemplo, Ciurana (2007), Gómez (2003) y Solana (2001).

y Meyer, 2013). Entre estas herramientas se destaca fundamentalmente, aunque no exclusivamente, la metodología de modelos basados en agentes aplicados al estudio de procesos sociales.¹⁷ Esta metodología se orienta a modelizar las interacciones individuales para simular el proceso de emergencia de un patrón de comportamiento colectivo. La simulación social permite representar los procesos de auto-organización y explorar la formación de estructuras a nivel macrosocial que emergen de la interacción entre agentes autónomos y heterogéneos, como por ejemplo la regulación de organizaciones sociales (Reggero y Sibertin, 2008:41-81) o la formación de normas e instituciones (Andrighetto *et al.*, 2010:19-35). Así, en la intersección de los sistemas complejos y las ciencias sociales emerge un nuevo campo de trabajo interdisciplinario: la simulación social o, mejor aún, las ciencias sociales computacionales (Epstein, 2006; Squazzoni, 2012).

Es relevante destacar que las ciencias de la complejidad abordan mediante métodos formales una problemática de gran interés para las ciencias sociales: la creación y el cambio de estructuras a partir de un proceso evolutivo de carácter no lineal, lo que en términos sociológicos puede expresarse como la relación dialéctica entre el proceso social y la estructura social. Evidentemente, las ciencias sociales siempre se han interesado por la relación entre las dinámicas históricas y la construcción de formas complejas de organización –con anterioridad al surgimiento de los sistemas complejos. Sin embargo, se destaca que la metodología de modelado y simulación de sistemas complejos –apoyada en las posibilidades de cálculo abiertas por el desarrollo de la computación– permite por primera vez en la historia de la ciencia tornar visibles, observar y medir las propiedades y comportamientos de los fenómenos complejos. Específicamente, las ciencias de la complejidad cuentan con herramientas operativas para simular la dinámica no-lineal de los procesos de auto-organización.

Estas metodologías de modelización y simulación ofrecen una oportunidad real, fundamentalmente para las ciencias sociales, de abordar de manera inédita el estudio de fenómenos complejos. Esto es más importante aún si consideramos que la concepción moriniana de la complejidad propone una rica teorización sobre los procesos de auto-eco-re-organización, aunque no ofrece herramientas que permitan su investigación empírica. La carencia de una metodología empírica y de una dimensión

¹⁷ Debemos señalar que los modelos basados en agentes no son la única metodología para la modelización de sistemas complejos, sin embargo es una de las que más se ha desarrollado en el campo de las ciencias sociales. También cabe mencionar otras técnicas de modelización como por ejemplo, los autómatas celulares, las redes booleanas, las redes neuronales adaptativas, las redes libres de escalas, los algoritmos genéticos.

técnico-operativa que permita aplicar los postulados del pensamiento complejo de modo riguroso en el plano de la investigación científica, constituye una de las mayores limitaciones de la obra de Edgar Morin (Grossetti, 2004). Así lo ha observado Rolando García:

Edgar Morin contribuyó a demoler las bases del racionalismo tradicional que había penetrado tan profundamente en el sistema educativo francés. Sin embargo, su crítica no ofrece una formulación precisa de los problemas que enuncia [...] como para conducir a una metodología de trabajo aplicable a las situaciones concretas que él considera como “complejas” (2006:21).

En la opinión de los autores de este artículo, la posibilidad de trascender las limitaciones del pensamiento moriniano requiere necesariamente reconocer las críticas que le fueron dirigidas y construir estrategias plausibles para superarlas.¹⁸

El análisis comparativo del pensamiento complejo y de los sistemas complejos permite señalar la existencia de una problemática común a ambas perspectivas: el interés en los procesos de auto-eco-re-organización. En lo que difieren es en la vía que proponen para abordarlos. En efecto, la obra moriniana desarrolla una aproximación de corte epistemológico, teórico y filosófico; mientras que las realizaciones de las ciencias de la complejidad se cristalizan en el desarrollo de modelos formales. La existencia de un núcleo problemático común permite afirmar una verdadera complementariedad, de orden científico y metodológico entre ambos enfoques. Al respecto, resulta importante trabajar por la legitimación científica del pensamiento complejo; así, su porvenir depende de su reconocimiento científico por medio de la producción de conocimientos basados en la teorización moriniana que resulten valiosos para las comunidades disciplinares. Por el contrario, si el pensamiento complejo no logra desarrollarse en el plano científico corre el riesgo de una hipertrofia teórico-abstracta desconectada de las exigencias de la validación empírica y de degenerar en una doctrina cerrada más o menos dogmática. No obstante, la valorización científica del pensamiento complejo carecería de sentido si se olvida su singularidad, es decir, su epistemología, lo que conduce a reflexionar sobre los aportes de la complejidad general a la complejidad restringida.

¹⁸ Más precisamente, se postula que en la obra de Morin no hay ninguna limitación de orden teórico que imposibilite acometer el trabajo de operacionalización metodológica de sus postulados centrales y, mucho menos aún, de integrar sus herramientas conceptuales en un diseño metodológico empírico.

UNA CONCIENCIA A LA CIENCIA: EL PENSAMIENTO COMPLEJO COMO MARCO EPISTEMOLÓGICO PARA LAS CIENCIAS DE LA COMPLEJIDAD

Si bien el punto de partida de la reflexión moriniana sobre la complejidad se arraiga en la ciencia, el desarrollo de su teorización la trasciende al mostrar los límites intrínsecos del conocimiento científico. El enfoque paradigmático de la complejidad conceptualizado por Morin integra la articulación de tres niveles de análisis: el ontológico, el epistemológico y el metodológico.

En primer lugar, la obra moriniana puede interpretarse como la elaboración de una ontología compleja que integra el nivel físico, biológico y antro-po-social, donde cada instancia se enraíza en la precedente sin poder ser reducida a aquélla. La idea que la realidad misma es compleja constituye la premisa ontológica que subyace a la teoría de la complejidad de Morin. Esta noción de complejidad puede asimilarse con el pensamiento de Bachelard (1985):

Lo simple es siempre lo simplificado; no podría ser pensado correctamente más que en tanto aparece como producto de un proceso de simplificación [...] En realidad, no hay fenómenos simples; el fenómeno es una trama de relaciones. No hay naturaleza simple, sustancia simple; la sustancia es una textura de atributos.

Esta idea de complejidad involucra un fuerte compromiso ontológico, el de la complejidad como atributo de la realidad toda, del mundo físico, del mundo biológico y del mundo antro-po-social. Ahora bien, la concepción ontológica de Morin no es de tipo sustancialista, es decir, no habría una complejidad en sí como característica intrínseca a los fenómenos, puesto que no hay una esencia de lo complejo que exista de manera positiva e independiente al sujeto de conocimiento. Contrariamente, el pensamiento moriniano fundamenta una concepción relacional y organizacional de la complejidad. El mundo fenoménico en el que vivimos y que intentamos conocer es un mundo organizado de sistemas físicos –desde el átomo al cosmos–, de sistemas vivientes –desde el unicelular a la biósfera– y de sistemas humanos –desde el *homo sapiens* a la diversidad histórica de sistemas sociales.

Etimológicamente, la palabra complejidad proviene de la raíz latina *plexus* que significa “entrelazamiento” y del verbo *plectere* que significa “plegar”, “trenzar”, “enlazar”. De esta raíz deriva, por un lado, el término *complexus* que significa “enredo”, “conexión”, “que abarca”, “apretón”, “abrazo”; y por el otro, el término *perplexus* que significa “embrollo”. En pocas palabras, lo complejo es “lo que está tejido junto”. En consecuencia, asumir el postulado de una ontología compleja implica realizar una afirmación del siguiente tipo: los fenómenos concretos del mundo real son complejos

porque conforman un tejido de relaciones entre elementos heterogéneos e inseparables. En suma, el carácter complejo de la realidad se expresa como multidimensionalidad.

La concepción ontológica de Morin adquiere otro cariz al reconocer que el mundo fenoménico constituye una realidad cognoscible y pensable, sin por ello constituir La Realidad (Morin, 1986). El pensamiento moriniano reconoce la existencia de una realidad profunda, es decir, de un Real inconcebible que “aunque reconocido por el pensamiento, excede lo pensable” (Morin, 1986:236). El carácter complejo de lo real se funda negativamente en la relación entre el sujeto y el objeto de conocimiento, puesto que este último siempre desborda y excede las capacidades cognitivas del pensamiento humano. La complejidad de lo real expresa un límite al conocimiento humano. En virtud de los argumentos expuestos puede proponerse una distinción ontológica entre la complejidad organizacional del mundo fenoménico cognoscible y la complejidad incognoscible de lo real.

El segundo nivel de análisis concierne a la cuestión epistemológica, es decir, a los modos de construir conocimiento y organizarlo. La premisa de la complejidad ontológica conduce al pensador francés a proponer, en el nivel epistemológico, una forma de organizar los conocimientos que respete la multidimensionalidad y complejidad de los fenómenos estudiados. Para expresarlo de otro modo, el reconocimiento de la complejidad ontológica plantea necesariamente como desafío una complejidad epistemológica, es decir, una complejización de los modos de construir y organizar el conocimiento.

El desafío que signa la teorización de Morin radica en elaborar un conocimiento complejo de una realidad compleja. Esto implica un pensamiento transdisciplinar, ya que el conocimiento hiper-especializado es insuficiente para analizar la organización de un fenómeno complejo. Por esta razón, la estrategia cognitiva del pensamiento complejo consiste en religar¹⁹ conocimientos disciplinarios, es decir, en articular y distinguir teorías y conceptos formulados en el marco de diferentes ciencias para construir una comprensión compleja de un objeto complejo.

El problema de la organización del conocimiento se encuentra en el corazón de la epistemología compleja. Los modos simplificadores y disyuntores de conocimiento –típicamente la hiper-especialización disciplinaria que es incapaz de establecer puentes solidarios con otros campos de conocimiento–, conducen a una mutilación y reducción de la complejidad del fenómeno estudiado y, por lo tanto, a un empobrecimiento de

¹⁹ Morin toma el concepto de *religación* de la obra del sociólogo Marcel Bolle de Bal y resigna este concepto como categoría epistemológica, ética, política y pedagógica. Véase Morin (1996:315-326).

la comprensión. El concepto de paradigma de la complejidad comprende el desafío de elaborar un modo complejo de organización de los conocimiento disciplinares (Morin, 1991).

Ahora bien, es importante destacar que la construcción de conocimiento complejo requiere, según Morin, la inclusión reflexiva del sujeto en el conocimiento que produce. De este modo, el pensamiento complejo consiste en un ejercicio crítico y auto-crítico de la racionalidad para la construcción de un conocimiento complejo que comporte la reflexividad del sujeto de conocimiento en su práctica cognitiva. El pensamiento complejo promueve, entonces, una epistemología compleja: el conocimiento del conocimiento científico. El carácter reflexivo del conocimiento complejo es condición necesaria para el desarrollo de una ciencia con conciencia (Morin, 1982).

Finalmente, el tercer nivel de análisis concierne al problema del método necesario para construir un conocimiento complejo, crítico y reflexivo. Para Morin, la posibilidad de construir conocimiento sobre lo complejo implica la concepción de un método de pensamiento capaz de enfrentar y dialogar con la complejidad de lo real. Así, el problema del conocimiento de lo complejo es indisoluble del desarrollo de un pensamiento complejo como método. El concepto de método fundamentado por Morin refiere a un tipo de ejercicio o práctica del pensamiento, un modo autocrítico y reflexivo de practicar el pensamiento racional. El método del pensamiento complejo no existe en cuanto conjunto de reglas codificadas, sino como diálogo inacabado e inagotable del sujeto de conocimiento con lo real. Es por esta razón que el pensamiento complejo como método tiene que ser distinguido del concepto de método científico, no porque aquél suponga la anulación de este último, sino porque el pensamiento complejo implica el reconocimiento de lo que los métodos científicos niegan: la inclusión reflexiva y autocrítica del sujeto en el conocimiento que produce. En efecto, mientras que el concepto de método científico se funda en la disyunción del sujeto y el objeto como mecanismo necesario para proceder a la objetivación de lo real y su medición, el método del pensamiento complejo exige una práctica compleja del método científico. Más aún, puede afirmarse que el pensamiento complejo constituye

[...] un metamétodo en relación con el método científico; no anula en nada los métodos científicos; por el contrario, los admite y los reconoce, pero interroga, critica, controla y en ocasiones sobrepasa los métodos científicos en virtud de su reflexión, dado que la carencia profunda de la actividad científica no constituye la ausencia de pensamiento [...] se trata de la ausencia de un pensamiento sobre sí mismo (Morin, 2005:409-431).

En esta línea de reflexión, Morin considera que el principal obstáculo en el desarrollo del conocimiento complejo radica en los principios organizadores del pensamiento regido por criterios de simplificación. El pensamiento simplificador, como forma occidental hegemónica de pensar y conocer, resulta mutilante: unidimensionaliza lo multidimensional; separa y fragmenta para conocer; desune y reduce el todo a las partes; separa lo que está unido, descompone pero no recompone; unifica anulando la diversidad, o bien yuxtapone la diversidad sin poder pensar su unidad; disuelve las contradicciones por medio de una racionalidad monológica que no puede pensar conjuntamente ideas opuestas. En suma, es un pensamiento disgregador que descompone y desintegra, separa y aísla. El pensamiento simplificador conduce a un modo mutilante de organización del conocimiento que es incapaz de reconocer la unidad de lo múltiple y la multiplicidad de lo uno para tratar la complejidad de lo real. Por ello, la simplificación es la barbarie del pensamiento y la patología contemporánea del saber (Morin, 1999).

El pensamiento complejo es un pensamiento religador que articula lo que está separado y que distingue lo que está unido. El método del pensamiento complejo desarrollado por Morin es una estrategia orientada a construir un conocimiento multidimensional que permita comprender la unidad y diversidad de los fenómenos complejos. El pensamiento complejo es dialógico, integra la contradicción en el seno del pensamiento racional sin por ello desarrollar razonamientos incoherentes. El pensamiento complejo no supera la contradicción y tampoco la anula; enfrenta la contradicción a partir de una racionalidad dialógica²⁰ que articula complementariamente dos lógicas antagonistas, cuya unidad es necesario concebir para comprender la organización de un fenómeno complejo.

Estas tres dimensiones cognitivas de la complejidad –ontología, epistemología y método– son articuladas en la obra de Edgar Morin con una reflexión ética y política que desemboca en una propuesta educativa (Morin, 1965, 2006). Destaquemos un aspecto que merece nuestra atención. Si el conocimiento de los fenómenos complejos implica una nueva organización del saber –un paradigma de la complejidad–, entonces, este cambio paradigmático del conocimiento demanda una reorganización de las instituciones científicas y educativas. En otros términos, el pleno desarrollo de las potencialidades de un conocimiento complejo exige la correlativa modificación

²⁰ Morin distingue la dialógica de la dialéctica, mientras en esta última la contradicción puede ser superada en una unidad superior; en la dialógica los antagonismos son constitutivos de entidades y procesos complejos y, por lo tanto, no pueden ser eliminados sino relativizados. Véase Morin (1986).

de la organización de las instituciones que producen el saber. En efecto, la obra de Morin muestra la inadecuación profunda que existe entre la organización actual de las instituciones científicas y educativas, donde prima el principio de disyunción de los conocimientos y disciplinas, y la ambición de un conocimiento complejo que respete la multidimensionalidad de los problemas y objetos de conocimiento. Es por esta razón que el desarrollo de un paradigma de complejidad implica conjuntamente una reforma del pensamiento y una reforma de la educación (Morin, 1999).

Así, el pensamiento complejo conduce a formular preguntas que la ciencia no puede formular y a las cuales no puede responder. Éstas conciernen a la inscripción reflexiva del científico en el conocimiento que produce y de la ciencia en su contexto social; y más ampliamente, al lugar de la ética en la producción de conocimientos científicos y a las implicancias sociales, políticas y humanas de las relaciones entre ciencia y sociedad. En este sentido, el pensamiento complejo confronta a la ciencia a interrogarse sobre sí misma. Por ello, consideramos que las ciencias de la complejidad, como así también todas las disciplinas científicas, podrían enriquecerse integrando dicha dimensión reflexiva en su práctica científica, y más aún cuestionando su trabajo y sus resultados sobre el plano ético y político.

A este respecto, una de las principales carencias de las ciencias de la complejidad es la incapacidad de interrogarse críticamente por las condiciones sociales e históricas desde donde construyen conocimiento, así como por las implicancias sociales, éticas, políticas y económicas de los conocimientos que producen. Más aún, el estado actual del desarrollo de la epistemología de los sistemas complejos no permite considerar esta dimensión auto-reflexiva, auto-observadora y auto-crítica de la construcción de conocimiento. Para expresarlo en otros términos, las ciencias de la complejidad carecen de herramientas teóricas y conceptuales para incluir al sujeto de conocimiento –el científico– en la propia reflexión de la ciencia que produce y para incluir reflexivamente la ciencia en el contexto social (Rodríguez, 2013).

Se evidencia una paradoja entre el progreso técnico-instrumental de los sistemas complejos y su subdesarrollo epistemológico crítico. El progreso unidimensional de las ciencias de la complejidad sobre el plano metodológico podría conducir al desarrollo de una ciencia puramente instrumental con consecuencias negativas para el contexto social donde se desarrollan. La reducción del problema de la complejidad a una dimensión técnico-procedimental, en el marco de una epistemología positivista incapaz de tematizar la dimensión axiológica y política del conocimiento científico, entraña un profundo riesgo social, puesto que las ciencias de la complejidad podrían contribuir a nuevas formas de dominio de la existencia humana. Los intereses corporativos podrían servirse de la comprensión científica y del dominio técnico que proveen los sistemas complejos para explotarlos en su propio

beneficio. Así, el conocimiento de los sistemas complejos podría ser apropiado por intereses económicos, sin atender a la dimensión ética de la vida social, y contribuir, ciertamente, a reforzar los mecanismos de dominación y explotación en el capitalismo contemporáneo (González Casanova, 2005).

Esta concepción instrumental de la complejidad constituye una racionalización de los sistemas complejos que podría desembocar en un *Leviatán* de la era computacional. Por ello, nos parece indispensable interrogarnos por qué y para quién modelizar y simular sistemas complejos, es decir, quién se beneficia con el estudio, control y dominio de los sistemas complejos en el mundo físico, biológico y social. Entonces, el desafío que el pensamiento complejo plantea a las ciencias de la complejidad consiste en desarrollar un metapunto de vista auto-crítico y auto-reflexivo que permita el conocimiento del conocimiento científico y el estímulo de una ciencia con conciencia.

CONCLUSIONES

El desafío crucial para los investigadores interesados en la complejidad como problema científico y social consiste fundamentalmente en dotar al pensamiento complejo de la capacidad operativa de los sistemas complejos, y de articular este enfoque con un marco epistemológico moriniano. La fecundidad de esta vía radica en la posibilidad de trabajar en la fundamentación teórica y en la práctica concreta de una ciencia de la complejidad con consciencia de sus desafíos éticos y sociales.

Para los investigadores interesados en la obra de Edgar Morin, el principal reto es efectuar una crítica reflexiva de sus limitaciones y carencias, asumiendo con rigor las objeciones que le fueron dirigidas, y diseñar estrategias que permitan profundizar el desarrollo del pensamiento complejo. Se trata, pues, de trascender la obra moriniana apoyándose en ella. A nuestro juicio, se abren dos desafíos que es necesario enfrentar.

Por un lado, se destaca la importancia de desarrollar el pensamiento complejo en el plano científico, integrando las categorías morinianas en indagaciones empíricas que permitan poner a prueba el rendimiento analítico de las mismas. Esta articulación de carácter científico y empírico requiere ineludiblemente reflexionar sobre la relación entre el método de pensamiento complejo y los métodos científicos, lo que conduce a un doble interrogante: ¿qué implica una práctica compleja, auto-crítica y reflexiva del pensamiento racional –tal como lo propone Morin– en el terreno de la investigación científica? Y correlativamente ¿de qué modo los métodos científicos pueden desarrollarse para integrar la reflexividad que propone el pensamiento complejo?

Por otro lado, los métodos de modelización y simulación de sistemas complejos, en particular los modelos basados en agentes, ofrecen herramientas técnicamente

operativas que permitirían operacionalizar los núcleos teóricos del pensamiento complejo como el concepto de auto-eco-re-organización, central de la obra moriniana.

En lo que a las ciencias de la complejidad concierne, el principal desafío consiste en complementar el desarrollo de su capacidad técnica e instrumental con una reflexividad epistemológica ampliada que problematice la significación social, ética y política de la construcción de conocimiento sobre sistemas complejos en el campo de las ciencias físicas, biológicas y sociales.

Para concluir, el trabajo de articulación del pensamiento complejo y las ciencias de la complejidad, en el plano epistemológico y metodológico, constituye una línea de trabajo original y relevante para las ciencias sociales. Estas últimas pueden encontrar en la metodología de los sistemas complejos herramientas formales para tratar problemas de gran interés como la dialéctica entre los procesos y estructuras sociales. Asimismo, el estudio de la significación política del conocimiento producido por los sistemas complejos constituye un objeto legítimo de indagación sociológica crítica. Por último, la obra de Morin puede contribuir a desarrollar una mirada crítica y reflexiva sobre la complejidad de los sistemas sociales y a problematizar su auto-eco-re-organización.

En la articulación entre pensamiento complejo y ciencias de la complejidad se yergue un bello desafío para los científicos preocupados por la época que nos toca vivir: religar la crítica epistemológico-política y la indagación empírica. La vinculación de este núcleo crítico y empírico es un prolegómeno necesario para una praxis científica transformadora de los problemas humanos fundamentales de nuestro tiempo. En definitiva, el reto de la articulación entre pensamiento complejo y sistemas complejos implica preguntarse cómo una praxis científica crítica y reflexiva puede devenir en una praxis social y políticamente transformadora. Pero éste es ya el terreno de la lucha que cada comunidad científica debe librar en su propia práctica investigativa.

BIBLIOGRAFÍA

- Alonso Brá, María Inés (2012). “En torno a una reconstrucción histórica de la complejidad: organicismo, régimen de poder y nuevas ciencias tecnológicas”, *Nómadas*, num. 33, pp. 1-28.
- Andrighetto, Giulia, Marco Campenni *et al.* (2010). “The Complex Loop of Norm Emergence: A Simulation Model”, en Keiki Takadama, Revilla Cioffi y Guillaume Deffuant (eds.), *Simulating Interacting Agents and Social Phenomena: The Second World Congress, Agent-Based Social Systems*, vol. 7, Tokio: Springer, pp. 19-35.
- Bachelard, Gastón (1985). *El nuevo espíritu científico*. México: Nueva Imagen.
- Briggs, John y David Peat (1989). *Espejo y reflejo: del caos al orden*. Barcelona: Gedisa.

- Castellani, Brian y Frederic William Hafferty (2009). *Sociology and Complexity Science. A New Field of Inquiry*. Berlín, Springer.
- Castoriadis, Cornelius (2007). *La institución imaginaria de la sociedad*. Buenos Aires: Tusquets.
- Ciurana, Emilio Roger (2007). *Introducción al pensamiento complejo de Edgar Morin*. Guadalajara: Universidad de Guadalajara Centro Universitario del Norte.
- Edmonds, Bruce y Ruth Meyer (2013). *Simulating Social Complexity*. Berlín, Springer.
- Epstein, Joshua M. (2006). *Generative Social Science: Studies in Agent-Based Computational Modeling*. Princeton: Princeton Studies in Complexity.
- García, Rolando (2006). *Sistemas complejos. Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*. Barcelona: Gedisa.
- Gómez García, Pedro (2003). *La antropología compleja de Edgar Morin. Homo complexus*. Granada, España: Universidad de Granada.
- González Casanova, Pablo (2005). *Las nuevas ciencias y las humanidades. De la academia a la política*. Barcelona: Anthropos.
- Grossetti, Michel (2004). *Sociologie de l'imprévisible. Dynamiques de l'activité et des formes sociales*. París: Presses Universitaires de France.
- Le Moigne, Jean-Louis (1990). *La Modélisation des systèmes complexes*. París: Dunod.
- Luhmann, Niklas (1998). *Sistemas sociales: lineamientos para una teoría general*. Barcelona: Anthropos.
- Malaina, Álvaro (2012). *Le paradigme de la complexité et la sociologie. Possibilité et limites d'une sociologie complexe*. París: Harmattan.
- Maldonado, Carlos Eduardo (1999). "Esbozo de una filosofía de la lógica de la complejidad", en Carlos Maldonado (ed.), *Visiones sobre la complejidad*, Bogotá: Ediciones El Bosque, pp. 9-27.
- (2003). "Marco teórico del trabajo en ciencias de la complejidad y siete tesis sobre complejidad", *Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia*. vol. 4, núm. 8-9, Bogotá: Universidad El Bosque, pp. 139-154.
- (2005). "Ciencias de la complejidad: ciencias de los cambios súbitos", *Odeón. Observatorio de Economía y Operaciones Numéricas*, 2005, pp. 85-125.
- (2007a). *Complejidad: ciencia, pensamiento y aplicación*. Buenos Aires: Universidad Externado de Colombia.
- (2007b). "El problema de una teoría general de la complejidad", en Carlos Maldonado (ed.), *Complejidad: ciencia, pensamiento y aplicación*. Buenos Aires: Universidad Externado de Colombia, pp. 101-132.
- y Nelson Alfonso Gómez Cruz (2010a). *El mundo de las ciencias de la complejidad. Una investigación sobre qué son, su desarrollo y sus posibilidades*. Bogotá, Universidad del Rosario.
- (2010b). *Modelamiento y simulación de sistemas complejos*. Bogotá, Universidad del Rosario.
- Miller, John H. y Scott E. Page (2007). *Complex Adaptive Systems: An Introduction to Computational Models of Social Life*. Princeton, Princeton Studies in Complexity.
- Morin, Edgar (1965). *Introducción a una política del hombre*. Barcelona: Gedisa.
- (1977-2006). *El método*. 6 volúmenes. Madrid: Cátedra.

- (1982). *Ciencia con conciencia*. Barcelona: Anthropos. Editorial del Hombre.
- (1986). *El Método III. El conocimiento del conocimiento*. Madrid: Cátedra.
- (1991). *El Método IV. Las ideas*. Madrid: Cátedra.
- (1996). “Vers une théorie de la reliance généralisée”, en Marcel Bolle de Bal (ed.), *Voyage au cœur des Sciences Humaines, De la reliance. 1. Realiance et Théorie*. Paris L'Harmattan, pp. 315-326.
- (1999). *La cabeza bien puesta. Repensar la reforma. Reformar el pensamiento*. Buenos Aires: Nueva Visión.
- (2004). “Epistemología de la complejidad” [<http://www.pensamientocomplejo.com.ar/documento.asp?Estado=VerFicha&IdDocumento=71>], fecha de consulta: 19 de noviembre de 2008.
- (2005). “Mesías, pues no”, en Daniel Bougnoux, Jean-Louis Le Moigne y Serge Proulx (eds.), *En torno a Edgar Morin. Argumentos para un método. Coloquio de Cerisy*. Xalapa: Universidad Veracruzana, pp. 409-431.
- (2006). *El método VI. Ética*. Madrid: Cátedra.
- (2007). “Complexité restreinte et complexité générale”, en Edgar Morin y Jean-Louis Le Moigne (eds.), *Intelligence de la complexité: épistémologie et pragmatique, Colloque de Cerisy, 2005*. La Tour d'Aiguës, Éditions de l'Aube, pp. 28-50.
- Piaget, Jean y Rolando García (2008). *Psicogénesis e historia de la ciencia*. México: Siglo XXI Editores.
- Prigogine, Ilya (1983). *¿Tan sólo una ilusión? Una exploración del caos al orden*. Barcelona: Tusquets.
- Reynoso, Carlos (2006). *Complejidad y caos. Una exploración antropológica*. Buenos Aires: Editorial SB.
- (2009). *Modelos o metáforas. Crítica del paradigma de la complejidad de Edgar Morin*. Buenos Aires: Editorial SB.
- Reza, Germán A. de la (2010). *Sistemas complejos*. Barcelona: Anthropos.
- Riera, Elba del Carmen (1998). “La complejidad: consideraciones epistemológicas y filosóficas”, Paper presented at the Twentieth World Congress of Philosophy Boston, Massachusetts [<http://www.bu.edu/wcp/Papers/Scie/ScieDelC.htm>].
- (2001). *En búsqueda de los fundamentos de la complejidad*. Santiago del Estero: Universidad Católica de Santiago del Estero.
- Rodríguez Zoya, Leonardo (2010). “Contribuciones de la historia de la ciencia contemporánea a la emergencia del paradigma de la complejidad”, *Revista Hologramática*, Universidad Nacional de Lomas de Zamora, año VII, vol. 3, núm. 13, pp. 63-100.
- (2011). *Exploraciones de la complejidad. Aproximación introductoria al pensamiento complejo y a la teoría de los sistemas complejos*. Buenos Aires: Universidad Nacional de Lomas de Zamora.
- (2013). *El modelo epistemológico del pensamiento complejo. Análisis crítico de la construcción de conocimiento en sistemas complejos*. Toulouse: Doctorado, Universidad de Buenos Aires y Universidad de Toulouse.

- y Julio Leónidas Aguirre (2011). “Teorías de la complejidad y ciencias sociales. Nuevas estrategias epistemológicas y metodológicas”, *Nómadas. Revista Crítica de Ciencias Sociales y Jurídicas*, vol. 30, núm. 2, pp. 147-166.
- Rodríguez Zoya, Leonardo y Pascal Roggero (2011). “Pensée complexe et systèmes complexes: une articulation en question”, *Hermès*, vol. 60, julio, pp. 151-156.
- Roggero, Pascal (2006). *De la complexité en sociologie: évolutions théoriques, développements méthodologiques et épreuves empiriques d'un projet sociologique*, Mémoire d'habilitation à diriger des recherches en sociologie, Toulouse: Université de Toulouse 1.
- (2008). “Pour une sociologie d'après La Méthode”, *Communications*, vol. 82, pp. 143-159.
- y Christophe Sibertin-Blanc (2008). “Quand des sociologues rencontrent des informaticiens: essai de formalisation des systèmes d'action concrets”, *Nouvelles Perspectives en Sciences Sociales*, vol. 3, núm. 2, pp. 41-81.
- Sawyer, Keith (2005). *Social Emergence: Societies As Complex Systems*. Nueva York: Cambridge.
- Sibertin-Blanc, Christophe y Françoise Adreit *et al.* (2010). “Compte-rendu d'une recherche interdisciplinaire entre sociologues et informaticiens: de la sociologie de l'action organisée au logiciel SocLab”, *Hermès Science Publications*, vol. 29, núm. 3.
- Simon, Herbert (1973). *Las ciencias de lo artificial*. Barcelona: ATE.
- Solana Ruiz, José Luis (2001). *Antropología y complejidad humana. La antropología compleja de Edgar Morin*. Granada: Editorial Comares-Universidad de Jaen.
- (2011). “El pensamiento complejo de Edgar Morin. Críticas, incomprensiones y revisiones necesarias”, *Gazeta de Antropología*, vol. 27, núm. 1, pp. 1-19.
- Squazzoni, Flaminio (2012). *Agent-Based Computational Sociology*. Singapore, Wiley.
- Weaver, Warren (1948). “Science and complexity”, *American Scientist*. núm. 36, p. 536.



ANTONIO GRITÓN | óleo sobre tela