



Sistemas complejos y conocimiento emancipador en América Latina

Notas acerca del rol social y político de un programa de investigación científica de larga duración[1]

Leonardo G. Rodríguez Zoya[2]

El objetivo de este trabajo es bosquejar los lineamientos de un programa de investigación en ciencias sociales a partir de los problemas abiertos con los estudios científicos y filosóficos sobre la complejidad. Este programa propone como desafío la articulación crítica entre ciencia y política a la luz de las teorías contemporáneas de la complejidad. El problema central radica en la fundamentación epistemológica de una ciencia con conciencia del problema de la complejidad y con conciencia de la significación política de su labor.

Palabras clave: pensamiento complejo, ciencias de la complejidad, sistemas complejos, epistemología política, América Latina

Introducción

Este trabajo intenta bosquejar los lineamientos de un programa de investigación en ciencias sociales a partir de los problemas abiertos con los estudios científicos y filosóficos sobre la complejidad. Este programa propone como desafío la articulación crítica entre ciencia y política a la luz de las teorías contemporáneas de la complejidad. El problema central radica en la fundamentación epistemológica de una ciencia con conciencia del problema de la complejidad y con conciencia de la significación política de su labor.

En estas coordenadas, el objetivo de mi argumentación puede resumirse del siguiente modo. Primero, se trata de discutir algunos lineamientos teóricos, epistemológicos y metodológicos elaborados por los distintos enfoques de complejidad. El fin de esta labor consiste en pensar cómo la incorporación de las teorías de complejidad en el repertorio de las ciencias sociales, puede contribuir a enriquecer el abordaje de los problemas humanos fundamentales de las sociedades contemporáneas. En segundo lugar, se propone que las ciencias sociales problematicen a las ciencias de la complejidad como objeto de estudio, con la finalidad de evidenciar el carácter históricamente situado de estas ciencias y la significación política del conocimiento por ellas producido.

Mi propuesta está comprometida con una meta fundamental: la construcción de un nuevo tipo de ciencias que esté a la altura de los desafíos que enfrenta América Latina en el siglo XXI: la erradicación de la pobreza y el hambre, la protección de la biósfera, la transformación política a nivel continental, el desarrollo ético del ser humano en todas sus dimensiones.

Esta meta requiere, según mi punto de vista, dos condiciones fundamentales: 1) la incorporación de lo *político* como categoría epistemológica fundamental para pensar la ciencia. 2) La necesidad que la actividad científica sea capaz de desempeñar un rol político en los procesos por el cambio social y las luchas emancipatorias.

Si mi labor es fecunda y mis argumentos son plausibles, considero que mi trabajo aporta tres contribuciones fundamentales. Primero, la incorporación del problema de la complejidad en el ámbito de la reflexión de las ciencias sociales. Segundo, la fundamentación epistemológica y metodológica de un nuevo tipo de ciencia políticamente comprometida. Tercero, el llamado a organizar un coordinado movimiento científico – político que estimule la investigación en complejidad en perspectiva latinoamericana.

La emergencia de la complejidad como problema científico

Pensar la historia de la ciencia en términos de emergencia de la idea de complejidad, implica pensar cómo un problema ausente, marginal y desconocido por el pensamiento científico clásico (entre los siglos XVII y mediados del XIX), emerge y se constituye como un objeto legítimo de indagación y reflexión científica. En efecto, como señalaré más adelante, el paradigma científico clásico heredado de la modernidad se ha caracterizado por la negación de la complejidad como principio epistemológico, ontológico y metodológico.

No obstante, puesto que no se ha escrito aún una historia de de las ciencias interpretada en términos del surgimiento del problema de la complejidad[3], me limitaré a esgrimir como hipótesis provisional la *tesis de la emergencia progresiva de la complejidad*. Esta tesis no implica asumir ningún presupuesto teleológico, puesto que no supone un finalismo o causalidad lineal que postule que “la complejidad” debía necesariamente constituirse como problema científico. Esta tesis sugiere que la historia de la idea de complejidad en la historia del pensamiento científico puede sintetizarse a partir de tres etapas:

1) Siglos XVII-XIX. Negación de la complejidad. El nacimiento de la ciencia moderna, a través de la revolución galileana-kepleriana-newtoniana, se construye al margen de la noción de complejidad. Más aún, la complejidad es impensable desde el paradigma científico clásico. El paradigma científico newtoniano entraña una concepción mecanicista y determinista del mundo y la naturaleza (García, 2000, pp. 164-167; Piaget y García, 1982, p. 231). Todos los fenómenos aparecen regidos y pueden ser explicados por leyes simples (la ley de inercia –Galileo- la ley de gravitación –Newton-). La imagen paradigmática de ciencia clásica, la física newtoniana, es fundamentalmente una ciencia del orden que concibe un mundo regido mecánicamente por leyes deterministas. Para el pensamiento científico clásico, la complejidad (el desorden, la multiplicidad, el devenir) se sitúa en el nivel de las apariencias, lo complejo no puede ser sino un epifenómeno de la realidad, detrás de esa complejidad aparente se despliega el orden simple e implacable de la naturaleza. Así, la ciencia clásica se erige sobre un postulado ontológico de simplicidad: la naturaleza aparece como una colección de objetos y eventos separados susceptibles de ser medidos y controlados (Moscovici, 1988, p. 124). Esta ontología del mundo natural implica, necesariamente, una naturaleza muerta y pasiva (Prigogine y Stengers, 1979, p. 33), independiente y separada del sujeto que la describe.

De esta manera, la ciencia moderna se sustentó en un paradigma de simplificación, basado en los principios de reducción (búsqueda analítica de lo elemental) y disyunción (separar para conocer). El

principio de disyunción operó en tres sentidos fundamentales. Primero, el aislamiento experimental condujo a la separación del objeto de estudio de su entorno; segundo, la separación entre el sujeto y el objeto (res cogitans y res extensa cartesiana) se afirmó como condición misma de cientificidad, posibilitando el desarrollo de la ciencia como *conocimiento sin sujeto*; y, finalmente, la separación de la ciencia de su contexto social. La episteme moderna asume la simplificación ontológica y metodológica como criterio de inteligibilidad, busca la construcción de un saber objetivo, universal y neutral, e intenta explicar un mundo determinista y mecánico.

Fines del siglo XIX, mediados del siglo XX. Reconocimiento progresivo de la complejidad como cuestión implícita en la historia de las ciencias. Si la complejidad, como he mostrado, es un problema marginal y ausente en el paradigma de la ciencia clásica, cabe entonces formularse el siguiente interrogante: ¿Cómo es posible concebir la complejidad como problema científico? La hipótesis que sostengo es la siguiente. La novedad epistemológica consiste en que la complejidad, ausente, marginal, oculta en el paradigma mecanicista-determinista de la ciencia clásica, emerge desde el terreno mismo del quehacer científico. Para expresarlo en otros términos, el desarrollo histórico de la ciencia planteó problemas cuya resolución implicó en cierta medida la puesta en jaque de los principios de inteligibilidad de la racionalidad científica clásica.



La hipótesis que planteo postula que la complejidad surge en la historia de la ciencia en las últimas décadas del siglo XIX y en el primer tercio del siglo XX a través de distintas ciencias y teorías. Me limitaré a referenciar las que considero que contribuyeron más significativamente a introducir el problema de la complejidad en la ciencia.

La termodinámica -primera ciencia no clásica- y la teoría de la evolución, introducen, por primera vez, el problema del tiempo en el corazón del pensamiento científico. Pero, la noción de temporalidad en estas dos teorías es diametralmente opuesta. En la *termodinámica*, la temporalidad implica la destrucción de las estructuras existentes y de las condiciones iniciales (segundo principio de la termodinámica)[4]; mientras que, la evolución, en sentido biológico, implica un proceso de complejidad creciente y autoorganización (Prigogine, 1983, pp.

19-21). Por esta razón, se afirma que *termodinámica* y *evolución* introducen el problema de la temporalidad – ausente en el paradigma científico clásico- mediante dos flechas del tiempo opuestas y contrarias: la de la biología hacia la complejización y diversificación; la de la termodinámica en términos de corrupción y desorden (C. E. Maldonado, 2007b, p. 21; Morin, 2004b, p. 5; Prigogine, 1983, pp. 219-220).

La tercera revolución de la física postgalileana, la física cuántica, ha planteado dos problemas de importancia a la epistemología, uno es el de la contradicción; el otro, el de la irrupción del sujeto en la observación microfísica. Estas cuestiones pueden introducirse a partir del *principio de complementariedad*

de Niels Bohr [1885-1962] y el *principio de indeterminación (o incertidumbre)* de Werner Heisenberg [1901-1976]. En un sentido más general, puede afirmarse que la revolución cuántico-relativista en física ha suscitado una crisis de los conceptos fundamentales de la ciencia: espacio, tiempo, causalidad, materia (García, 2006, p. 29); y, al mismo tiempo, han llevado a una reformulación del principio clásico de objetividad, según el cual el conocimiento objetivo requiere de la anulación y exclusión del sujeto cognoscente (Navarro, 1990; Sotolongo y Delgado Díaz, 2006, p. 39).

Desde el campo de la investigación lógica también emergerán aportes que permitirán tratar problemas irresolubles en el marco del paradigma científico clásico. Es interesante notar que la ciencia moderna siguió hasta mediados del siglo XIX solventada en el sistema lógico aristotélico, cuyo núcleo se erige sobre los principios de la lógica clásica: *identidad, no contradicción y tercio excluso*. En efecto, Aristóteles estableció “las reglas del pensamiento lógico que guiaron el pensamiento europeo hasta el siglo XIX” (Guthrie, 1993, p. 17). Así, puede Kant afirmar -en el prefacio a la segunda edición de *Crítica a la razón pura* - que “la lógica [...] desde Aristóteles no ha tenido que retroceder un solo paso. [...] Es también digno de atención que tampoco haya podido dar hasta ahora, ningún paso hacia delante, y que, según toda apariencia, parece ya cerrada y acabada (Kant, 2003, p. 151). Habrá que esperar hasta 1879 para que Frege, tras el andamiaje de Aristóteles, Kant, Leibniz y Boole, se proponga formalizar la lógica clásica para desembocar en la lógica matemática (Gómez Marín, 2002, p. 110).

La novedad acontecida en diferentes momentos del siglo XX consiste en el desarrollo de proyectos lógicos capaces de manipular lógicamente la contradicción y tratar las inconsistencias (Gómez Marín, 2002, p. 116). A partir de aquí emergen un conjunto de lógicas no clásicas[5], me limitaré a nombrarlas para poner en relieve la amplitud del campo: *lógica paraconsistente* (N. Da Costa, N. Belnap y Pinter), *lógica difusa* (Zadeh, Rescher), *lógica cuántica* (Goldblatt), *lógicas polivalentes* (Lukasiewicz, Post, Kleene y Bochvar), *lógica temporal* (Prior), *lógica de la relevancia* (Ackermann, Anderson y Belnap) (C. E. Maldonado, 2007c, p. 105).

Es en este marco en donde se inscriben los aportes de Kurt Gödel quien enunció el *Teorema de la Incompletitud*[6] mediante el cual demostró que de los sistemas formales que presuponen la aritmética o la teoría de los conjuntos son incompletos: “una teoría no puede ser a la vez consistente (todas las proposiciones son verdaderas) y completa (todas las proposiciones son demostrables), habrá al menos una proposición que siendo verdadera no es demostrable – sentencia gödeliana-” (Ibáñez, 1990, p. 60). En palabras de Gödel: “Ningún sistema consistente se puede usar para demostrarse a sí mismo”.

Finalmente, caben considerar los aportes de la epistemología genética, la cual ha sido, posiblemente, la teoría epistemológica más marginada e ignorada por el *mainstream* de la filosofía de la ciencia. No obstante su marginación y desconocimiento, el desarrollo de la epistemología genética puede considerarse, en el plano de la teoría del conocimiento, como una ruptura de magnitud similar a la revolución galileano-kepleriana-newtoniana de la ciencia clásica. El carácter revolucionario de la propuesta epistemológica de Jean Piaget radica en un doble hecho. En primer lugar, porque la propuesta piagetiana ha implicado un quiebre en el modo de concebir el problema del conocimiento dando lugar a la primera teoría epistemológica de carácter científico, abierto y dialéctico[7] en la historia de la humanidad (García, 1997, p. 41). En segundo lugar, porque Piaget ha sido “un pionero de la revolución científica que ocurrió a mediados del siglo XX y que dio una importancia esencial y nueva al análisis de los sistemas autorregulados y autocreadores” (González Casanova, 1997, p. 11).

La importancia de la propuesta piagetiana para comprender la emergencia del problema de la complejidad en la historia de la ciencia radica en que la epistemología genética constituye una crítica superadora de las dos formas tradicionales de enfrentar el problema del conocimiento; el *apriorismo* propio de la filosofía especulativa y, el *empirismo* cuyo máximo exponente ha sido el positivismo lógico representado por el Círculo de Viena (García, 1997, 2000).

A fin de ganar claridad expositiva, puntualicemos, de modo sintético, los rasgos más distintivos del programa epistemológico piagetiano: 1) El conocimiento es un proceso y no un estado, lo que equivale a considerar la incorporación de la dimensión temporal (histórico-genética) en el problema cognoscitivo. 2) El conocimiento es la resultante de un proceso constructivo de carácter dialéctico a partir de la interacción sujeto-objeto. 3) El conocimiento es un fenómeno no-lineal; es decir, no progresa de modo unidireccional sino que evoluciona de modo discontinuo por medio de reorganizaciones sucesivas, lo que implica; 4) la cuestión de la emergencia y la creación de nuevas estructuras. O, para ponerlo en otros términos, requiere dar cuenta de la relación entre la permanencia y el cambio, lo que conlleva considerar la estabilidad de las estructuras existentes en relación con un doble proceso: la desestabilización, desequilibración, desorganización, desestructuración por un lado; y la estabilización, reequilibración, reorganización, estructuración, en definitiva formación de nuevas estructuras, por el otro. Y, finalmente 5) el problema de la construcción de la lógica y la formación de estructuras lógicas y lógico-matemáticas (García, 2000, pp. 60-63).

En síntesis, he señalado hasta aquí cinco grandes itinerarios científicos (*la termodinámica, la teoría de la evolución, la física cuántica, la lógica y la epistemología genética*)[8] a través de los cuales la complejidad irrumpe implícitamente (puesto que todavía el concepto de complejidad no había sido formulado en el vocabulario científico) en la historia de las ciencias. La hipótesis que postulo afirma que la referencia explícita a la complejidad en el dominio material y conceptual de diversas disciplinas no puede explicarse adecuadamente sin tomar en consideración los antecedentes científicos –postulados por estas cinco grandes vías- que señalan una ruptura y discontinuidad con los principios de conocimiento de la ciencia clásica.

Mediados del siglo XX a la actualidad. Reconocimiento explícito de la complejidad: La complejidad irrumpe de modo sistemático en el vocabulario científico con un artículo pionero de Warren Weaver (1948) titulado *Science and Complexity*. Weaver distinguió tres tipos de problemas en la historia de la ciencia. Primero, *los problemas de simplicidad*, centrados en el análisis de pocas variables, fueron abordados por la ciencia entre los siglos XVII y XIX, a través de la elaboración de modelos mecánicos. Segundo, *los problemas de complejidad desorganizada*, caracterizados por el estudio de un alto número de casos y/o variables, están asociados con el desarrollo de la teoría de la probabilidad y la mecánica estadística, aplicada en distintas ramas de la ciencia, desde fines del siglo XIX. Tercero, *los problemas de complejidad organizada*, emergen con la revolución científica y tecno-científica de mediados del siglo XX, y con los problemas de táctica y estrategia militar derivados de la Segunda Guerra Mundial. Estos problemas no pueden ser abordados por los modelos mecánicos ni por los métodos estadísticos, se despliegan en una región media entre ambos. Su característica fundamental es la auto-organización, la emergencia y la no-linealidad (Weaver, 1948).

El campo contemporáneo de estudios sobre complejidad

El estudio científico de la complejidad constituye una de las novedades más radicales en la historia de la ciencia contemporánea. Las nuevas ciencias de la complejidad y de los sistemas complejos (sistemas dinámicos, adaptativos y no lineales), surgidas hacia mediados del siglo XX, conforman una verdadera revolución científica y tecno-científica que marcan una ruptura con el paradigma de simplificación de la ciencia clásica-moderna (determinista, mecanicista y universalista) (C. E. Maldonado, 2007b; Morin, 2004b; Sotolongo y Delgado Díaz, 2006).

El objetivo de este apartado es bosquejar algunas coordenadas que permitan sistematizar y clasificar los distintos modos de abordaje a la complejidad. El estudio contemporáneo de la complejidad puede ser concebido a partir de una distinción de tres períodos. Se trata de una distinción analítica con fines descriptivos y no puede establecerse una sucesión lineal ni una demarcación rígida entre ellos.

En primer lugar, el período 1950-1975 corresponde al momento en que *la complejidad organizada* emerge y se consolida como objeto sistemático y explícito de la investigación científica. En este período se formulan las teorías pioneras de complejidad, las cuales pueden ser agrupadas en dos tipos principales. Por un lado, los *paradigmas globales de complejidad*, se presentan como teorías con un alto nivel de generalidad y abstracción. En esta categoría, se encuentran la Teoría General de los Sistemas (Bertalanffy, 1968), la Teoría de la Información, la Cibernética (Wiener, 1985), la cibernética de segundo orden (Foerster, 1996), la Teoría de la Auto-organización (Ashby, 1962), la epistemología genética (Piaget, 1978), la geometría fractal (Mandelbrot, 1987), las teorías del caos y los atractores (Lorenz, 1995), la termodinámica de los procesos irreversibles (Prigogine y Nicolis, 1987), la teoría de la autopoiesis (Maturana y Varela, 1972), la teoría de las catástrofes (Thom, 1976), entre otras. Por otro lado, durante ese mismo período, han surgido *algoritmos complejos*, los cuales constituyen herramientas tecnológicas concretas, con soporte matemático-computacional, para el abordaje de fenómenos complejos (emergencia, auto-organización, no linealidad, caos). La teorización más conspicua de esta segunda categoría es la teoría de los autómatas celulares desarrollada en la década del '40 por Von Neumann (1966, 1968) [9]. Más adelante, al referirme a las ciencias de la complejidad, señalaré otras herramientas y técnicas de la perspectiva algorítmica.

El segundo período, corresponde básicamente al período 1975-1985, en donde cobra densidad teórica la obra de Edgar Morin y su propuesta sobre el pensamiento complejo. En este período se desarrolla también una parte importante del trabajo de Jean Piaget en el campo de la epistemología genética (Piaget, 1978; Piaget y García, 1982); y de Rolando García, colaborador de Piaget, en el ámbito de la investigación en sistemas complejos ambientales.

Finalmente, el tercer período, iniciado hacia comienzos de la década del '80, está relacionado con el desarrollo de técnicas computacionales para la modelización y simulación de sistemas complejos.

El campo de estudios contemporáneos sobre complejidad se ha desarrollado a partir de dos modos de abordaje o tendencias principales: una, las "ciencias de la complejidad"; la otra, las miradas filosófico-reflexivas sobre la misma, a la cual proponemos denominar "complejidad como Weltanschauung". Edgar Morin ha llamado a estos dos modos de entender la complejidad "complejidad restringida" y "complejidad generalizada" (Morin, 2004a). Carlos E. Maldonado los ha denominado "la complejidad como ciencia" y "la complejidad como método" (C. E. Maldonado, 1999, 2007a).

Al abordaje científico de la complejidad, suele identificárselo con el nombre de "ciencias de la complejidad" o "ciencias de los sistemas complejos" (esta distinción no es trivial, ya que en el primer caso la

complejidad es empleada como sustantivo –esencialismo- y en el segundo como adjetivo –predicación atributiva-)[10]. Aunque también suele hablarse de teoría (en singular) o teorías (en plural) de la complejidad. El estudio científico de la complejidad constituye un campo "naturalmente" más delimitado y fácil de asir, sus temas, preocupaciones y problemas responden genéricamente al estudio de los sistemas complejos, la comprensión de sus propiedades (auto-organización, no linealidad, emergencia, sensibilidad a las condiciones iniciales, etc.) y el dominio y control de su comportamiento en distintas esferas del saber y del hacer humanos: física, biología, cosmología, neurología, medicina, pero también problemas sociales y económicos. La estrategia metodológica central, desarrollada por las nuevas ciencias, se basa fundamentalmente en la modelización y simulación computacional de sistemas complejos (C. Maldonado y Gómez Cruz, 2010)[11].

Las ciencias de la complejidad han desarrollado un poderoso arsenal técnico-instrumental que se expresa como colección de algoritmos, procedimientos y herramientas de software destinados al estudio de los sistemas complejos. Dentro del amplio conjunto de técnicas cabe mencionar, de modo no exhaustivo, a los autómatas celulares, las redes booleanas, las redes neuronales adaptativas, las sociedades artificiales, las redes libres de escala, los algoritmos genéticos y los sistemas multi-agente, entre otros. Por estas razones, puede sostenerse que este enfoque constituye un campo metodológico basado en la utilización de lenguajes formales, modelos tanto matemáticos como computacionales, y la simulación computacional (Axelrod, 2004; Gell-Mann, 1994; N. Gilbert y Troitzsch, 1999; Holland, 1995).

Así, las ciencias de la complejidad reclaman su posición de ciencias de punta y de vanguardia al tiempo que proveen herramientas concretas para el estudio de sistemas complejos y fenómenos complejos. Ciertamente, son ciencias de punta, ya que su poderoso arsenal teórico-metodológico les permite acceder y abordar problemas desconocidos e intratables por la racionalidad científica clásica. Las nuevas ciencias entrañan, así, un quiebre de la racionalidad científica heredada y promueven su apertura hacia problemas y fenómenos negados e intratables por aquella: el azar, la incertidumbre, la contradicción, la temporalidad, etc. Las ciencias de la complejidad reclaman para sí ser portadoras de una nueva racionalidad científica postclásica.

El segundo modo de abordaje a la complejidad -que comprende elaboraciones de distinto tipo- carece de un nombre comúnmente aceptado. La posición más emblemática y difundida es la de Edgar Morin y sus elaboraciones en torno al pensamiento complejo, la epistemología compleja y el paradigma de la complejidad. Pero en este campo también podrían incluirse las reflexiones de Immanuel Wallerstein, Ilya Prigogine[12], Pablo González Casanova, entre algunos otros. Propongo nombrar a este segundo modo de abordaje como "complejidad como weltanschauung", es decir, cosmovisión[13].

La complejidad como weltanschauung plantea usualmente interrogantes y problemáticas que para la ciencia resultan imposibles de formular y de responder. Estos problemas conciernen tanto a las condiciones no-científicas de la ciencia, como a las cuestiones relativas a la relación entre ciencia y sociedad, ciencia y política, la producción de subjetividades. Es en este marco reflexivo donde emergen, también, interrogantes relativos al problema del cambio social y la creación de un orden/sistema político social más justo, más igualitario, más humano, más ético.



Para ilustrar este punto me referiré brevemente a una de las teorizaciones más emblemáticas y difundidas de este modo de abordaje: la propuesta del pensamiento complejo de Edgar Morin (1990). Este enfoque, desarrollado principalmente en el mundo franco-latino, puede ser definido como una epistemología transdisciplinaria (Morin, 1977, 1980, 1986), una filosofía ético-política de la complejidad (Morin, 2004c) y, finalmente, un marco epistémico y una cosmovisión orientada hacia la constitución de un paradigma de complejidad (Morin, 1991) y una civilización planetaria asentada sobre un desarrollo ético del ser humano, la naturaleza y la biósfera terrestre (Morin, 2001; Morin y Brigitte Kern, 1993).

Resulta pertinente señalar que los interrogantes y problemas que aborda cada uno de estos modos de entender la complejidad, son distintos, antagónicos quizás, y posiblemente incomprensibles desde la otra perspectiva. Se plantea así la sospecha-duda de inconmensurabilidad entre las dos miradas de la complejidad. Más allá de esta observación, se destaca una ausencia de diálogo y articulación entre la mirada científica de la complejidad y la mirada filosófico-reflexiva. Por consiguiente, se plantea como desafío y tarea pendiente, la necesidad de tender un puente que permita poner en comunicación ambos modos de entender la complejidad, complementado las carencias y limitaciones de cada modo de abordaje. Propongo emplear provisionalmente el término “enfoques de la complejidad” para considerar y problematizar la unidad compleja (heterogénea, contradictoria y plural) del campo de estudios contemporáneos de la complejidad: ciencias y pensamiento de la complejidad.

En una región media entre ambos modos de entender la complejidad –las ciencias de la complejidad y la complejidad como *weltanschauung*-, se encuentra la *Teoría de los Sistemas Complejos* (TSC) formulada por Rolando García (2000, 2006). La TSC constituye, en primer lugar, una metodología de investigación interdisciplinaria para diagnosticar e intervenir en sistemas complejos. En segundo término, la TSC provee un marco teórico-conceptual que fundamenta el trabajo interdisciplinario en sistemas complejos. Finalmente, la TSC, comprende la fundamentación epistemológica de la metodología y el marco conceptual propuesto. Una de las particularidades más importantes de la TSC es haber sido la base y el resultado de *investigaciones epistemológicas* en el campo de la epistemología genética formulada por Jean Piaget

(García, 2000; Piaget, 1978); y de *aplicaciones empíricas concretas* en el campo de estudio de la problemática ambiental (Leff, 1994). Esta singularidad sitúa a la TSC en una posición diferencial, tanto de los enfoques filosófico-reflexivos (complejidad weltanschauung), como así también de los abordajes científicos centrados en el uso de las distintas técnicas de modelización y simulación de sistemas complejos. Por esta razón, adquiere importancia programática, el examen epistemológico y metodológico de la TSC y su articulación con el pensamiento complejo y las ciencias de la complejidad.

La crítica política de las ciencias de la complejidad

A pesar de su importancia epistemológica-metodológica, las ciencias de los sistemas complejos, tal como son definidas y practicadas por los centros de investigación más avanzados del mundo anglosajón[14], son incapaces de proveer un adecuado marco epistemológico que permita dar cuenta de su propia inscripción social e histórica y de las implicancias ético-políticas de sus prácticas y de los conocimientos generados. Este hecho adquiere singular relevancia puesto que el dominio de los sistemas complejos, aplicado inicialmente para resolver problemas de estrategia militar en la Segunda Guerra Mundial (Weaver, 1948), ha sido una de las condiciones de posibilidad del desarrollo y consolidación de los complejos científico-técnico-económico-militares. Estas mega-organizaciones, constituyen verdaderas redes mundiales de producción de conocimiento en complejidad. A pesar de las profundas implicancias políticas de las ciencias de la complejidad para la reorganización del sistema capitalista, se destaca una notable ausencia de investigación por parte de las ciencias sociales latinoamericanas contemporáneas. La más notable excepción, la constituye, sin lugar a dudas, la línea de investigación desarrollada por Pablo González Casanova (2004), quien destaca que el pensamiento crítico de las ciencias sociales no ha asumido aún el desafío de investigar por qué las nuevas ciencias de la complejidad y la investigación interdisciplinaria contribuye a cambiar el sistema capitalista y las formas contemporáneas de dominación y explotación. Más aún, Casanova llama la atención sobre la situación de “separación y desarticulación teórico-práctica entre quienes dominan la complejidad e ignoran y ningunean el análisis crítico marxista y quienes dominan el pensamiento crítico y sólo excepcionalmente profundizan en los problemas teórico-prácticos de la complejidad y en su redefinición de la lucha de clases y de liberación, y de los obstáculos en la construcción de un mundo alternativo (González Casanova, 2004, pp. 73-74).

En este marco, puede puntualizarse que las ciencias de la complejidad constituyen ciencias de punta desde el punto de vista metodológico y tecnológico, puesto que suministran herramientas concretas para el estudio de diversos fenómenos complejos, como la auto-organización, la emergencia, la no-linealidad, las transiciones del orden al caos, etc. Estas herramientas están cristalizadas en modelos de simulación con soporte computacional suficientemente probados, como es el caso de los programas informáticos Sugarscape y Netlogo, entre muchos otros. No obstante, las ciencias de la complejidad están enraizadas en una dimensión



epistemológica estrecha que excluye la dimensión política de la ciencia y del conocimiento científico. Estas nuevas ciencias se conectan así con la tradición epistemológica dominante en Occidente, la cual ha separado la ciencia de la política, el conocimiento de la ética, los hechos de los valores. Esta fuerte restricción epistemológica condiciona notablemente la metodología de las ciencias de la complejidad. En primer lugar porque estas ciencias siguen ancladas en un concepto estándar de método científico, el cual es reducido a una dimensión fuertemente instrumental y procedimental. Las ciencias de la complejidad garantizan su eficacia a partir de la tecnología metodológica de la modelización y la simulación computacional de sistemas complejos. Segundo, esta reducción metodológica, lleva a la exclusión del sujeto cognoscente de la reflexión y la práctica metodológica. El sujeto es excluido en su dimensión afectiva y en su dimensión racional. La metodología de las ciencias de la complejidad no puede dar cuenta de la dimensión afectivo-racional del sujeto cognoscente. La dimensión afectiva corresponde, en términos lacanianos, al orden del *aeseo*. La dimensión racional corresponde, en términos piagetianos, a la organización de las *estructuras cognitivas*. Tercero, las ciencias de la complejidad no pueden dar cuenta de la relación entre los valores ético-políticos y la metodología científica, algo que ha comenzado a ser reconocido y teorizado en el escenario post-empirista de las ciencias, por ejemplo desde la epistemología feminista, la cual señala la importancia epistémica de los valores éticos, políticos, contextuales[15] (Harding, 2006).

Las ciencias de la complejidad devienen en objeto legítimo de investigación por parte de las ciencias sociales, las cuales pueden y deben tomar a su cargo la investigación sobre complejidad en un doble sentido. Por un lado, las ciencias sociales tienen que abrirse a los aportes técnico-metodológicos que las ciencias de la complejidad pueden realizar a la investigación social empírica. Por otro, y en un sentido más fundamental, las ciencias sociales tienen poderosos marcos teóricos para abordar el problema relativo a la dimensión socio-histórica y política de las ciencias de la complejidad: ¿por qué estas ciencias emergen hacia mediados del siglo XX en el marco de la Segunda Guerra mundial y la Postguerra? ¿Cuáles son los intereses políticos y económicos que se benefician con los desarrollos de los conocimientos y tecnologías producidas por las ciencias de la complejidad? ¿Qué actores institucionales, públicos y privados, son los que financian las principales líneas de investigación en complejidad? ¿El hecho que la epistemología restringida de las ciencias de la complejidad excluya la dimensión ético-política del conocimiento, se trata de una coincidencia epistemológica azarosa; o por el contrario, se trata de una decisión explícita e interesada? ¿Sería posible repensar las ciencias de la complejidad a la luz de una epistemología ampliada que incluya los aspectos políticos y éticos de la práctica científica?

Hacia una filosofía política de los sistemas complejos

El conjunto de estas problemáticas reclama la pertinencia de una *filosofía política de los sistemas complejos*, cuya enunciación permitiría dar cuenta de los aspectos éticos, políticos e ideológicos vinculados con la producción de conocimiento en ciencias de la complejidad. La *filosofía política de los sistemas complejos* constituye en sí mismo un campo interdisciplinario en donde cabría articular los siguientes aportes:

(1) Teorías de complejidad abiertas a la dimensión ético-política de la ciencia. En este ámbito es pertinente precisar los aportes del pensamiento complejo propuesto por Edgar Morin y la investigación interdisciplinaria en sistemas complejos desarrollada por Rolando García.

(2) Teorías sociológicas sobre la ciencia y el conocimiento que destacan el carácter políticamente significativo de la relación ciencia-sociedad. En este marco cabe mencionar a la sociología del conocimiento clásica, en la vertiente de la *Wissenssoziologie* alemana; la sociología de la ciencia de matriz mertoniana y la sociología del conocimiento científico post-mertoniana, elaborada a partir de la recepción de la obra de Kuhn en el ámbito de los estudios sociales de la ciencia. En esta última línea adquieren relevancia los aportes del programa fuerte y la Escuela de Edimburgo (Barnes, 1977; Bloor, 1998); los estudios genéticos microsociológicos (Knorr-Cetina, 1981) y los estudios de vida de laboratorio (Latour y Woolgar, 1995); el análisis del discurso (G. N. Gilbert y Mulkey, 1984) y la reflexividad (Woolgar, 1991); la sociología política de la ciencia (Cristóbal Torres, 1994).

(3) Elementos de la teoría social y política contemporánea que si bien no tienen necesariamente por objeto de estudio a la ciencia y al conocimiento, comprenden ingredientes epistemológicos de importancia para abordar el problema relativo a la dimensión política de la ciencia. En este marco, se destacan los aportes desarrollados por la teoría crítica y la Escuela de Frankfurt (Adorno, Marcuse, Horkheimer, Habermas) y, en el ámbito latinoamericano, por el pensamiento decolonial (Enrique Dussel, Walter Dignolo, Aníbal Quijano, Boaventura de Sousa Santos, entre otros). También, cabe considerar aquí los aportes del psicoanálisis lacaniano y de la teoría post-estructuralista cuyas elaboraciones teórico-conceptuales permiten problematizar los *significantes* excluidos por la reflexión epistemológica estándar: valores, ideología, afectividad, deseo, política, contexto social (Rodríguez Zoya, 2011a).

(4) Enfoques filosóficos post-empiristas que permitan dar cuenta de los aspectos no epistémicos de la ciencia, en especial aquellos que destacan la importancia de los valores ético-políticos para la organización de la investigación empírica (Anderson, 2004) y aquellos otros que estudian las comunidades académicas y las prácticas científicas en términos de campos y relaciones de poder (Rouse, 1987).

El conocimiento como sistema complejo

El problema del conocimiento, sus condiciones de formación y organización ha sido estudiado desde distintas disciplinas: la filosofía, la lógica, la psicología, la biología y la sociología, entre otras. Cada disciplina ha abordado el problema del conocimiento desde un marco disciplinario particular; no obstante, pocos son los marcos epistemológicos que han intentado estudiar y pensar el problema del conocimiento desde una perspectiva de articulación interdisciplinaria, con miras a poner en comunicación los aportes que las distintas disciplinas han realizado al estudio del problema del conocimiento. Entre las excepciones a

esta tendencia general se destacan los aportes de Jean Piaget al campo de la psicología y la epistemología genética (García, 1997); y la propuesta de Edgar Morin acerca de la epistemología de la complejidad (Morin, 2004b).

Estas coordenadas teóricas permiten postular al conocimiento como un objeto multidimensional que remite a una pluralidad de instancias: biológicas, bioantropológicas, socio-culturales, psicogenéticas y sociogenéticas, semio-lógico-lingüísticas. Por consiguiente, cualquier intento de dar cuenta del conocimiento bien en términos lógicos, sociológicos, biológicos, psicológicos, histórico-culturales es en sí mismo insuficiente y mutilante.

La epistemología compleja afirma que el conocimiento es un objeto complejo por dos razones fundamentales. En primer lugar, es complejo porque el conocimiento constituye una totalidad organizada compuesta por un conjunto de elementos *heterogéneos* (biológicos, sociales, culturales, psicológicos, lógicos, históricos) y en *interacción*. Por consiguiente, los elementos y procesos constitutivos del conocimiento no resultan separables y no pueden ser estudiados aisladamente. Los componentes que intervienen en el proceso de construcción de conocimiento son *interdependientes*, es decir, se determinan mutuamente.

En segundo lugar, el conocimiento es un objeto complejo puesto que los elementos y procesos que lo constituyen no pueden ser abordados por una disciplina particular. La pregunta cómo conocer el conocimiento no tiene respuesta disciplinar, se requiere una perspectiva *transdisciplinaria* que atraviese y vaya más allá de los conocimientos particulares de cada disciplina. Esta perspectiva transdisciplinaria sólo puede ser desarrollada en el largo plazo por medio de una *estrategia de investigación interdisciplinaria*, lo que requiere de la articulación e integración de los conocimientos disciplinarios desde el comienzo mismo de la investigación, es decir, desde la delimitación y conceptualización del problema[16].

Esta doble afirmación, que fundamenta el carácter complejo del conocimiento, permite una reconceptualización misma de la epistemología. La epistemología no es una disciplina sino un campo de estudios interdisciplinarios cuyo objeto es el estudio de la complejidad del conocimiento. El programa de investigación de la epistemología compleja rompe la equivalencia y la identidad de la epistemología con cualquier disciplina particular: filosofía de la ciencia, sociología de la ciencia, sociología del conocimiento, biología del conocimiento, psicología cognitiva, ciencias cognitivas, historia de la ciencia, psicología genética, epistemología genética. Cada una de ellas es una instancia necesaria, pero en sí misma insuficiente para concebir la complejidad del conocimiento. Tomadas aisladamente son mutilantes y contribuyen, a su modo, a romper el tejido multidimensional del conocimiento en compartimentos disciplinares.

Estos postulados permiten enunciar la tesis de la ciencia como un sistema complejo constituido por múltiples dimensiones interdefinibles: (1) la dimensión lógico-racional, (2) la dimensión social, (3) la dimensión institucional y normativa, (4) la dimensión socio-cognitiva, (5) la dimensión histórica, (6) la dimensión política[17].

La dimensión política de la ciencia

El concepto de conocimiento como sistema complejo impide reducir la actividad científica y los resultantes

de la misma a una de sus dimensiones particulares. De este modo se logra romper la equivalencia conocimiento = dimensión epistémica, lógica y racional. La dimensión política llama a la atención sobre la importancia epistemológica y metodológica de las variables políticas de y en la ciencia. En términos sintéticos, la relación entre ciencia y política puede ser pensada en, al menos, tres niveles: a) lo político constituye y organiza la práctica científica y, por lo tanto, lo político forma parte de la ciencia misma y no puede reducirse a un mero conjunto de factores extra-epistémicos que perturban la actividad científica desde el exterior; b) el conocimiento elaborado por la ciencia es políticamente significativo, puesto que condiciona el significado de la realidad, al tiempo que posibilita y constriñe los campos posibles de acción. Esto equivale a decir que la ciencia es una fuerza política de importancia, puesto que tiene la capacidad para crear mundo. Y, finalmente, c) los valores ético-políticos condicionan la construcción de evidencia empírica e influyen en la elección de hipótesis y teorías. Para ilustrar este punto es preciso retomar el dictum de Gastón Bachelard que afirma: “todos los hechos son hechos”, y seguidamente indagar cómo los valores constituyen internamente a los hechos. No se trata, en efecto, de una constitución ontológica de los hechos por los valores, sino que más bien la cuestión consiste en saber cómo influyen éstos últimos en la producción de la evidencia empírica. Una vez que un hecho ha sido producido, no ontológicamente sino conceptualmente; es decir, una vez que un hecho ha sido medido y registrado como dato adquiere una forma aparente de objetividad neutral.

La problemática ético-política en el pensamiento complejo

El pensamiento complejo constituye un abordaje filosófico y epistemológico a la complejidad, ha sido desarrollado por Edgar Morin en su obra *El Método*, publicado en 6 volúmenes entre 1977 y 2006. El pensamiento complejo es una estrategia cognitiva que busca articular los conocimientos de las ciencias físicas, biológicas y antro-po-sociales (Morin, 1977-2006). No aboga por la constitución de una teoría unitaria o la unificación de todas las ciencias; sino, por el contrario, busca la articulación de saberes para dar cuenta de la complejidad de los objetos de conocimiento. El pensamiento complejo parte de una premisa ontológica: la complejidad de lo real en tanto tejido interdependiente de objetos de conocimiento y, por lo tanto, el reconocimiento de una realidad que es a la vez física, biológica y cultural. Como estrategia cognitiva, el pensamiento complejo procura un conocimiento menos mutilante que respete la multidimensionalidad de los fenómenos. La obra moriniana intenta delinear una *epistemología compleja*, que abarca: a) la dimensión *bio-antropológica del conocimiento*, b) la *ecología del conocimiento*, vinculada a las condiciones socio-histórico-culturales de construcción de los conocimientos, y c) los aspectos *neológicos*, relacionados con la organización de los sistemas de ideas.

Para esta tarea Morin delinea un método, el pensamiento complejo. A decir verdad, se trata de un concepto no clásico de método, radicalmente alejado del concepto naturalizado de método científico heredado de la modernidad. Si éste último, se define por un conjunto de reglas, instrumentos y procedimientos impersonales y neutrales, e independientes del sujeto; el método del pensamiento complejo, constituye la estrategia de conocimiento de un sujeto. En este sentido se evidencia una distancia profunda entre la metodología de las ciencias de la complejidad y el pensamiento complejo como método no clásico.

El problema de la complejidad en Morin se sitúa en un nivel epistemológico, vinculado fundamentalmente, con los principios rectores del pensamiento y los modos de organización del conocimiento. A este nivel apunta su concepto de *paraigma*, el cual define como el conjunto de categorías o conceptos rectores de la

inteligibilidad de un saber y las relaciones lógicas que gobiernan la articulación o repulsión entre dichas categorías. El paradigma no es una elección consciente y deliberada, tiene más bien una existencia inconsciente, que irriga el pensamiento consciente y gobierna la utilización de la lógica. El paradigma se despliega tanto a nivel individual como a nivel socio-cultural. De aquí se sigue que, para Morin, una reforma del pensamiento es una reforma paradigmática. Se trata de un cambio en los principios de pensamiento y de organización de los saberes, lo cual no puede ser aislado de un cambio en los principios de organización de la sociedad, la economía y la política. Esta transformación en cadena es lo que denomina *revolución paradigma* (Morin, 1991).

El replanteo epistemológico que formula *el pensamiento complejo* se extiende, por consiguiente, más allá de la dimensión epistémica de la ciencia y desemboca en una propuesta ético-política: el desarrollo de una política planetaria de civilización, la constitución de una ética planetaria y el pleno empleo de las potencialidades humanas para civilizar nuestras ideas. La conjunción de estas tres vías permitiría, según Morin, salir de la edad de hierro planetaria y de la prehistoria del espíritu, para dar a luz a la humanidad de la humanidad, es decir, el surgimiento de una verdadera ciudadanía planetaria, la Tierra-Patria. Podemos ver que la *complejidad general*, en la propuesta del *pensamiento complejo*, desemboca en una reforma de la civilización occidental. En síntesis, el pensamiento complejo o paradigma de la complejidad, constituye una propuesta filosófica-epistemológica y ético-política de la complejidad.

Ética y valores en la investigación en sistemas complejos

Uno de los aspectos más sobresalientes de la propuesta metodología denominada *investigación interdisciplinaria en sistemas complejos*, elaborada por Rolando García (2006), consiste en poner sobre el tapete desde el inicio mismo del proceso de investigación aquellos factores que las concepciones usuales de metodología y técnicas de investigación en ciencias sociales ignoran o desconocen, a saber: el componente social, ético, valorativo y político como una pieza clave de la orientación de la investigación. O para expresarlo en otros términos, se trata de concebir el rol epistemológico-metodológico de los valores del investigador.

Según García hay dos tipos de factores que intervienen en el recorte de los elementos que constituyen el complejo empírico: los objetivos de la investigación y la pregunta conductora, sendas cuestiones condicionan el tipo de material empírico necesario para llevar adelante la investigación y, por lo tanto, orientan la selección de observables con los cuales se construirá el sistema. Reorientar o cambiar la pregunta conductora de una investigación puede llevar a delimitar un nuevo dominio empírico. De aquí se sigue que la decisión de abstraer ciertos elementos para incluir en el complejo empírico en detrimento de otros no es una decisión neutral. La formulación de los objetivos de la investigación y la elección de cierta pregunta conductora dependen del *marco epistémico*.

Este concepto fue introducido por Piaget y García en el capítulo IX de *Psicogénesis e historia de la ciencia* (1982), y es retomado por García en dos obras: *El conocimiento en construcción* (2000) y *Sistemas complejos* (2006). A partir de una comparación entre estos tres corpus propongo distinguir dos niveles de aplicación del concepto marco epistémico, a los cuales me referiré como *marco epistémico₁* y *marco epistémico₂*.

El concepto de *marco epistémico*₁ tiene un mayor nivel de alcance y generalidad, en términos estrictos es un concepto epistemológico utilizado para explicar la sociogénesis del conocimiento en la perspectiva de la historia de la ciencia. Piaget y García (1982) puntualizan que cambios de marco epistémico marcan una ruptura y discontinuidad en la historia de la ciencia, por ejemplo la revolución galileano-newtoniana que dio origen a la ciencia moderna implicó la consolidación de un nuevo marco epistémico.

El *marco epistémico*₁ “representa un sistema de pensamiento, rara vez explicitado, que permea las concepciones de la época en una cultura dada y condiciona el tipo de teorizaciones que van surgiendo en diversos campos del conocimiento” (García, 2000, p. 157). La trama de factores sociales (incluyendo aquí aspectos políticos, económicos, filosóficos, religiosos e ideológicos) influye en la organización de una cosmovisión o concepción del mundo, de la sociedad y de la naturaleza. El marco epistémico es la resultante de la unión compleja de estos factores y condiciona, no el contenido, sino la orientación más general del desarrollo científico, las conceptualizaciones y las preguntas rectoras de las investigaciones. Por consiguiente, podemos hipotetizar que el marco epistémico condiciona también las operaciones de pensamiento consideradas como válidas en una sociedad y cultura determinada[18].

Sobre la base de esta conceptualización es posible precisar otro uso del concepto marco epistémico en un nivel más propiamente metodológico. Así, el concepto *marco epistémico*₂ representa no sólo una concepción del mundo sino también la jerarquía de valores del investigador (García, 2006, p. 35).

La investigación interdisciplinaria en sistemas complejos no implica la anulación del conocimiento disciplinar sino que lo incluye; en la medida en que en ciertos momentos de la investigación se requiere conocimiento especializado para abordar ciertos aspectos del problema. Pero al mismo tiempo, en otras fases de la investigación, se deben integrar los resultados parciales elaborados a partir de las investigaciones disciplinarias. Así, el proceso de investigación en sistemas complejos conforma un espiral dialéctico entre fases de diferenciación e fases de integración de resultados de las investigaciones disciplinarias, lo que lleva a sucesivas reconceptualizaciones del sistema complejo (García, 2006, pp. 100-101).

Hacia un pensamiento complejo del Sur

En este trabajo he mostrado que *la complejidad* constituye un campo relativamente nuevo en la historia de la ciencia. Al mismo tiempo se ha sostenido que bajo el término *complejidad* es posible reunir una pluralidad de ciencias, teorías, disciplinas y propuestas metodológicas sustentadas en principios epistemológicos y supuestos políticos muchas veces contradictorios y excluyentes. De un lado, las ciencias de la complejidad se enraízan en una matriz positivista más cercana al ideal de neutralidad valorativa y apoliticidad del conocimiento científico. Del otro, el pensamiento complejo y la teoría de los sistemas complejos reclaman desde ópticas diferentes la importancia de los valores ético-políticos en la ciencia.

Habiendo sostenido la tesis de la ciencia como sistema complejo, puntalicé que la dimensión política de la ciencia es un aspecto ineludible e ineliminable, tanto de la reflexión epistemológica como en el diseño metodológico de la investigación empírica. Esta afirmación reclama la legitimidad y pertinencia de construir un tipo de ciencia cimentada sobre un marco epistemológico que incluya la problemática política en la

organización de la investigación científica. En otras palabras, se trata de fundamentar una ciencia políticamente orientada, en donde los valores ético-políticos sean una guía explícita en el desarrollo de la investigación científica. En términos políticos el planteo postula la importancia de *pensar un nuevo tipo de ciencia para un nuevo tipo de sociedad*. Si la ciencia ha jugar un rol político en las luchas sociales emancipatorias debe estar asentada sobre nuevas coordenadas epistemológicas que incorporen el *problema político* y el *problema de la complejidad* en la práctica científica.

Esta problemática sitúa a las ciencias sociales frente a un doble desafío. Por un lado, fundamentar epistemológicamente la dimensión política de la ciencia; por el otro, reflexionar críticamente sobre las innovaciones técnico-metodológicas de las ciencias de la complejidad y evaluar su incorporación al repertorio de las ciencias sociales. Pero esta tarea sólo puede ser realizada a condición de efectuar una crítica política a dichas ciencias, en este marco adquiere valor la propuesta de una *filosofía política de los sistemas complejos*. Este doble desafío permite precisar un marco teórico-epistemológico ampliado, en donde adquiere relevancia la propuesta del pensamiento complejo y la investigación interdisciplinaria en sistemas complejos.

Se evidencia la importancia de pensar las teorías de la complejidad y el problema político de la ciencia en clave latinoamericana con *categorías geo-históricas no imperiales* (Mignolo, 1998). El desafío político y epistemológico consiste en construir un *pensamiento complejo del Sur*, entendido como una estrategia cognitiva y política para un programa de investigación en ciencias sociales de alcance continental para América Latina.

El *pensamiento complejo del Sur* reclama una epistemología compleja políticamente orientada en dos sentidos distintos pero complementarios:

Por un lado, se debe poner en evidencia la mutua constitución de la ciencia y la política en todos sus niveles. Es decir, 1) cómo lo político influye externamente en la ciencia (el nivel más evidente es el de la política científica); 2) cómo lo político constituye internamente la ciencia (la práctica cognitiva de la ciencia tiene carácter social); y, 3) cómo lo político constituye los productos de la actividad científica (conocimiento, tecnologías, dispositivos).

Por otro lado, la epistemología misma tiene que asumir su naturaleza política y concebirse ella misma como una praxis social. Es decir, debería efectuar una crítica política a las ciencias existentes y problematizar la relación más general que atañe al vínculo entre la vida y el conocimiento. Se podría así postular, como tesis provisional, que la buena ciencia es aquella que define su fin epistémico por un fin ético, es decir un valor humano. Acerca de cuál o cuáles son esos valores mucho puede decirse. Sin duda, no resulta posible fijar uno de modo universal. Por el contrario, la epistemología tiene un rol no sólo descriptivo sino normativo, debe evaluar el conocimiento producido y las prácticas socio-cognitivas que lo producen. Pero no se trata en modo alguno de un normativismo racionalista, externo y meta-científico. La epistemología tiene que evaluar a la ciencia en base a criterios epistémicos y políticos, es decir en función de valores humanos, donde, el valor supremo sea el respeto a la vida en todas sus dimensiones, desde el unicelular al homo, incluyendo GAIA, la biósfera terrestre. Así, la epistemología puede y debe considerar el valor político de la ciencia y juzgar la buena ciencia en relación a dichos valores, no sólo actuales sino también posibles y deseables.

No es necesario, a esta altura, pedir perdón ante el filósofo de raza o frente al científico correctamente

socializado en las normas de la racionalidad científica. Entiendo si ustedes se horrorizan frente a la posibilidad de mezclar ciencia y política. Estoy convencido que lo mejor que podemos hacer es traer a la superficie los múltiples contactos entre ambas. Si no lo hacemos, corremos el riesgo de alimentar aquello que *Oscar Varsavsky* llamó el *contexto de mistificación*[19]. Entiéndase bien lo que postulo, necesitamos una nueva ciencia políticamente consciente y humanamente relevante; y esta nueva ciencia no puede surgir sin una nueva generación de científicos políticamente comprometidos con valores ético-políticos-humanos. El problema relativo a la justificación racional o empírica para estos valores es una cuestión diferente que debe ser discutido en otro lugar[20]; que es posible organizar la práctica científica con esos valores es evidente, puesto que los valores y los intereses siempre intervienen en la práctica científica. La *buena ciencia* es aquella que contribuye a prácticas sociales que permitan construir una organización ética de la vida humana en una relación solidaria con la biósfera.

En conclusión, la epistemología tiene que ser compleja. La epistemología tiene que ser política. Una epistemología política compleja, ése es el desafío a asumir. La tarea es de quien quiera comprometerse con el desafío de trabajar en esa dirección, la de construir una humanidad diferente. Afirmo que el *pensamiento complejo del Sur* en tanto epistemología política compleja es necesaria para este proyecto político. Reconozco también que la epistemología por sí sola no va a producir ninguna transformación del mundo, pero puede ayudar a legitimar y orientar prácticas científicas y sociales políticamente releva

Notas:

[1] Este trabajo fue elaborado en el marco del Grupo de Estudios Interdisciplinarios sobre Complejidad y Ciencias Sociales (GEICCS) de la Universidad de Buenos Aires. Las ideas aquí desarrolladas fueron expuestas en un trabajo previo titulado "Introducción crítica a los enfoques de la complejidad: tensiones epistemológicas e implicancias políticas para el Sur" (Rodríguez Zoya, 2011b). Agradezco el comentario crítico de los miembros del GEICCS que permitieron enriquecer el trabajo.

[2] Licenciado en Ciencia Política por la Universidad de Buenos Aires. Diploma de Honor. Doctorando en Ciencias Sociales por la Universidad de Buenos Aires (Argentina) y Doctorando en Sociología por la Universidad de Toulouse-1 (Francia). Becario de Investigación Doctoral del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de Argentina (CONICET). Becario de la Embajada de Francia y del Ministerio de Educación de la Nación (Argentina). Co-fundador y Coordinador de la Comunidad de Pensamiento Complejo (CPC) (www.pensamientocomplejo.org). Coordinador del Grupo de Estudios Interdisciplinarios sobre Complejidad y Ciencias Sociales (GEICCS), Universidad de Buenos Aires. Profesor de metodología de la investigación en ciencias sociales, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Buenos Aires. Datos de contacto del autor: mail. leonardo.rzoya@gmail.com | web. www.pensamientocomplejo.org | Tel. (054)-(011)-4624-5414 | Movil. (54)-(911)-5001-8099

[3] Esta tarea constituye hoy un desafío pendiente. He analizado este problema en otro trabajo. Al respecto véase Rodríguez Zoya (2010b).

[4] El segundo principio de la termodinámica (formulado primero por Sadi Carnot [1796-1832] y reelaborado luego por Rudolph Clausius [1822-1888]) establece un límite cualitativo para la conversión de energía calorífica en trabajo (Spire, 1990, p. 14), puesto que la energía que toma la forma calorífica no puede

convertirse eternamente (Morin, 1977, p. 51). El segundo principio es conocido también como la ley de aumento de la entropía. La entropía es una magnitud física que expresa la capacidad de transformación de la energía en un sistema, cuando mayor es la entropía menor es la capacidad de la energía contenida en él de sufrir transformaciones. A diferencia de la energía, la entropía no se conserva (Prigogine, 1983, pp. 222, 301). Así, el segundo principio establece que en un sistema aislado, la entropía no puede disminuir, el sistema evoluciona espontáneamente hasta un estado de equilibrio que corresponde a la máxima entropía. El aumento de la entropía es consecuencia de los procesos irreversibles que tienen lugar dentro del sistema, a medida que la entropía aumenta se produce una degradación irreversible de la energía. De este modo, la entropía máxima corresponde a un estado de equilibrio térmico en el cual el proceso irreversible cesa, al tiempo que caduca también la posibilidad de transformación ulterior de la energía (Morin, 1977, p. 51; Prigogine, 1983, pp. 20, 222, 300-301; Spire, 1990, p. 16).

[5] Algunos autores que se inscriben en el campo de estudios de la complejidad excluyen rotundamente las lógicas no clásicas del epicentro reflexivo. Así, Carlos Reynoso excluye explícitamente “al azar, a la incertidumbre, a las matemáticas y lógicas difusas de Lotfi Zadeh y al pensamiento borroso de Bart Kosko”, ya que –según él– “guardan relación más con probabilidades estadísticas y con problemáticas de la inducción, la inexactitud, la polivalencia o los rangos continuos, que con los factores sistémicos de complejidad que aquí ocupan el centro de la escena (Reynoso, 2006, p. 17). Personalmente no estoy de acuerdo. Creo que el redescubrimiento del problema de la complejidad como problema científico y no solamente como una cuestión filosófica, exige pensar la multidimensionalidad misma de lo complejo. Es decir, es preciso avanzar colaborativamente hacia un abordaje complejo de la complejidad, no restringiendo a uno de sus aspectos o formas de manifestarse (caos, azar, incertidumbre, etc). En esta andadura reflexiva el problema de la complejidad en el terreno lógico me parece ineludible. Según mi punto de vista la articulación entre lógica y complejidad tiene que ver sobre todo con la posibilidad del tratamiento lógico de la contradicción y la ambivalencia. El problema lógico de la complejidad es destacado por Carlos Eduardo Maldonado (C. E. Maldonado, 1999), por Edgar Morin (Morin, 1991, pp. 177-215) y por Pablo González Casanova (González Casanova, 2004).

[6] El teorema de la Incompletitud de Gödel y Rosser dice así: “*Todo sistema axiomático consistente y recursivo para la aritmética tiene enunciados indecibles. En particular, si los axiomas del sistema son enunciados verdaderos, puede exhibirse un enunciado verdadero y no demostrable dentro del sistema*” (Martínez y Piñeiro, 2009, p. 38).

[7] Explicitemos brevemente la afirmación relativa al carácter *científico*, *dialéctico* y *abierto* de la epistemología constructivista.

El carácter *dialéctico* de la epistemología genético-radical en que concibe un proceso no-lineal de construcción de conocimiento a través de lo que Piaget denominó “equilibración de las estructuras cognitivas”. El carácter *abierto* de la teoría epistemológica constructivista se fundamenta en que el conocimiento es un proceso que no tiene un punto de partida específico, ni tampoco un punto de llegada final de su constitución. No hay ni puede haber un grado cero o punto de origen del proceso cognoscitivo. El *principio de continuidad funcional del proceso constructivo* abarca a todas las etapas del desarrollo cognoscitivo, desde la niñez, pasando por la adolescencia hasta llegar al nivel adulto pre-científico y luego su prolongación en los niveles más altos de la elaboración de teorías científicas. No obstante, la *continuidad funcional* implica una *discontinuidad estructural*. Esta discontinuidad significa que la forma de

organizar el conocimiento y el contenido del conocimiento mismo se modifica, cambian, varía a lo largo del proceso cognoscitivo (García, 2000, pp. 47-48). Estos argumentos permiten afirmar que no resulta posible, desde la óptica piagetiana, trazar un límite preciso entre el conocimiento pre-científico y el conocimiento científico. Finalmente, la epistemología genética es la única teoría general del conocimiento de carácter *científico*. Esta afirmación encuentra sustento en que la teoría epistemológica constructivista ha sido elaborada a partir de la investigación empírica en dos disciplinas; por un lado, la psicología genética, por el otro, la historia de la ciencia. Sendas disciplinas brindan el material empírico de base para la construcción de la teoría epistemológica (García, 1997, pp. 37-38; 2000, p. 85). De aquí se sigue que los dos métodos fundamentales que sustentan a la epistemología constructivista son el *método psicogenético*, que permite indagar la adquisición de conocimiento a nivel individual, y el *análisis histórico-crítico* de las teorías y conceptualizaciones científicas, al que podemos referirnos como el *método sociogenético* (Piaget, 1979a, pp. 64, 96-114).

A partir de aquí, resulta claro que la epistemología genética es una disciplina científica en tanto provee una teoría epistemológica empíricamente fundamentada; algo que, por otra parte, no puede decirse de la filosofía especulativa de carácter apriorístico ni tampoco del empirismo lógico. En relación a este último, Piaget ha remarcado que el positivismo lógico viola sus propios principios (fundamentalmente el criterio empirista del significado) puesto que no ha podido validar empíricamente sus postulados. Así, la epistemología genética, basada en los resultados del análisis psicogenético, demostró empíricamente la incapacidad del empirismo para dar cuenta de la fundamentación del conocimiento (García, 1997, p. 36; 2000, pp. 22-23). Finalmente, como corolario de los argumentos anteriores, podemos remarcar que mucho antes de que Quine hiciera el llamado a la *naturalización de la epistemología*, es decir, a asimilar la epistemología a la ciencia natural y a la psicología, el programa de investigación piagetiano había encarado el estudio científico del conocimiento. En suma, podemos decir que Piaget ha sido un precursor del movimiento contemporáneo de naturalización (Castorina, s.a.).

[8] No estoy afirmando en modo alguno que éstos sean los únicos campos científicos desde donde se subvierten algunos de los principios fundamentales del paradigma científico clásico. Lo que afirmo es que cualquier historia de la ciencia leída en términos de complejidad no puede ignorar al menos, estas cinco avenidas científicas ya que cada una de ellas introduce, desde diferentes lugares, el problema de la complejidad.

[9] La distinción entre estos dos modos de comprender la complejidad, “paradigmas globales” y “algoritmos complejos” ha sido elaborada y fundamentada por Carlos Reynoso (2006). La distinción es útil, no obstante creo que debería ser re-examinada desde el punto de vista epistemológico, ya que mantiene una escisión entre la idea de “gran teoría” y “metodología concreta”. Más aún, sería necesario un análisis histórico-crítico y socio-genético con la finalidad de testear si tal división concuerda con la historia de la ciencia o si, por el contrario, ambas teorizaciones se encuentran imbricadas en la resolución de problemas concretos. Propongo como hipótesis que tanto algunos elementos conceptuales de los “paradigmas globales” como de los “algoritmos complejos” han sido elaborados a partir de las necesidades derivadas de la Segunda Guerra Mundial. Si esta hipótesis recibe apoyo de la evidencia histórica, entonces, podríamos argumentar que la división entre estos dos tipos de teorizaciones es más artificial de lo a menudo se cree. Sobre la importancia del método histórico-crítico y socio-genético para el análisis epistemológico véase Piaget (1979b), García (2000).

[10] En términos estrictos no hay definición del sustantivo complejidad, el Diccionario de la Real Academia Española define complejidad como *cuaiiada de complejo*. De modo que el sustantivo complejidad nos remite al adjetivo complejo. A partir de aquí la complejidad tiene que entenderse siempre como un adjetivo: “se identifican situaciones, comportamientos, procesos, a los que se puede calificar de complejos” (García, 2000, p. 67). ¿Cuál es la importancia epistemológica de esta observación? En primer lugar, permite llamar la atención ante cualquier concepción sustantiva de la complejidad que intente definir o explicar *la complejidad en si*. Por consiguiente, debería revisarse el estatuto epistemológico de expresiones tales como “ciencias de la complejidad” o “teoría/s de la complejidad”. En segundo lugar, el adjetivo *complejo* permite extraer dos corolarios epistemológicos: 1) lo complejo es un atributo que se predica de un objeto y 2) hay un sujeto que predica la complejidad como atributo de un cierto objeto o fenómeno.

[11] Para una diferenciación de la modelización matemática de la modelización computacional véase, además del citado texto de Maldonado, (Izquierdo, Galán Ordax, Santos, y Olmo Martínez, 2008). Para expresarlo brevemente, los computadores permiten abordar modelos formales que no son resolubles matemáticamente. Al ejecutar un programa de simulación, el ordenar es el encargado de llevar a cabo el proceso de inferencia; por esta razón se sostiene que el modelado y simulación computacional de sistemas complejos constituye una tercera vía de hacer ciencia, distinta y complementaria a los métodos inductivos y deductivos (Axelrod, 2004; C. Maldonado y Gómez Cruz, 2010).

[12] Nos referimos aquí al Prigogine más filosófico, es decir el de la Nueva Alianza.

[13] El nombre de esta tipología fue elaborado en colaboración con mi amigo y colega Julio Aguirre de la Universidad Nacional de Cuyo, Argentina.

[14] El Santa Fe Institute (SFI) <http://www.santafe.edu/> y el New England Complex System Institute (NECSI) <http://necsi.org/>

[15] He examinado esta problemática con bastante profundidad en un trabajo anterior. Al respecto véase, Rodríguez Zoya (2010a). Véase, Capítulo 4 pp. 17-45. Específicamente, pp. 25.

[16] El concepto de interdisciplina y de metodología de investigación interdisciplinaria empleado en este trabajo ha sido tomado explícitamente de la Teoría de los Sistemas Complejos de Rolando García. Al respecto véase García (2006).

[17] En trabajos anteriores empleé la categoría de sistema complejo para el análisis epistemológico de los conceptos de conocimiento, ciencia y método científico. Al respecto, véase Rodríguez Zoya (2009a). Una versión resumida de esta perspectiva se encuentra en (Rodríguez Zoya, 2009b).

[18] Para una aproximación sintética al concepto de marco epistémico véase (García, 1999). En este texto, García realiza un análisis sociogenético, centrado en el concepto de marco epistémico, con la finalidad de examinar la emergencia de la Ciencia en occidente y en oriente.

[19] Véase (Varsavsky, 1975).

[20] He tratado esta cuestión en un trabajo anterior (Rodríguez Zoya, 2010a).

Bibliografía:

- Anderson, Elizabeth. (2004). Use of Value Judgments in Science: A General Argument, with Lessons from a Case Study of Feminist Research on Divorce. *Hypatia*, 19(1), 1-24.
- Ashby, W. R. (1962). Principles of self-organization. En Hinez von Foerster y GW Zopf Jr. (Eds.), *Principles of Self-Organization: Transactions of the University of Illinois Symposium*. New York: Pergamon Press.
- Axelrod, Robert. (2004). *La complejidad de la cooperación. Modelos de cooperación y la colaboración basada en los agentes* (1º ed.). Buenos Aires: FCE.
- Barnes, Barry. (1977). *Interests and the Growth of Knowledge*. London: Routledge and Kegan Paul.
- Bertalanffy, Ludwing Von (1968). *Teoría general de sistemas. Fundamentos, desarrollos, aplicaciones* (2007, 1º ed.). Buenos Aires, Argentina: Fondo de Cultura Económica.
- Bloor, David. (1998). *Conocimiento e Imaginario Social* (1998, 1º ed.). Barcelona, España: Gedisa.
- Castorina, José Antonio. (s.a.). *La Epistemología Genética como una Epistemología Naturalizada*. Universidad de Buenos Aires (UBA) - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Buenos Aires, Argentina.
- Cristóbal Torres, Alberto. (1994). *Sociología política de la ciencia* (1º ed.). Madrid, España: Centro de Investigaciones Sociológicas.
- Foerster, Heinz Von. (1996). *Las semillas de la cibernética* (1996, 2º ed.). Barcelona: Gedisa.
- García, Rolando. (1997). *La epistemología genética y la ciencia contemporánea* (1º ed.). Barcelona, España: Gedisa.
- García, Rolando. (1999). Dialéctica y Estructura de la Construcción del Conocimiento Retrieved 17-10, 2008, from [http://www.pensamientocomplejo.com.ar/documento.asp?](http://www.pensamientocomplejo.com.ar/documento.asp?Estado=VerFicha&IdDocumento=202)

[Estado=VerFicha&IdDocumento=202](http://www.pensamientocomplejo.com.ar/documento.asp?Estado=VerFicha&IdDocumento=202)

- García, Rolando. (2000). *El conocimiento en construcción. De las formulaciones de Jean Piaget a la teoría de los sistemas complejos* (1º ed.). Barcelona: Gedisa.
- García, Rolando. (2006). *Sistemas complejos. Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria* (1º ed.). Barcelona: Gedisa.
- Gell-Mann, Murray. (1994). *El Quark y el Jaguar. Aventuras en lo simple y lo complejo* (4º ed.). Barcelona, España: Tusquets.
- Gilbert, G. Nigel, y Mulkay, Michael. (1984). *Opening Pandora's Box: A sociological analysis of scientists discourse*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Gilbert, Nigel, y Troitzsch, Klaus G. (1999). *Simulation for the social scientist* (2005 1º ed.). Milton Keynes: Open University Press.
- Gómez Marín, Raúl. (2002). Trayectorias lógicas de la complejidad. En Marco Antonio Velilla (Compilador) (Ed.), *Manual de iniciación pedagógica al pensamiento complejo* (pp. 108-114). Colombia: Instituto Colombiano de Fomento de la Educación Superior - UNESCO.
- González Casanova, Pablo. (1997). Prefacio. En Rolando García (Ed.), *La epistemología genética y la ciencia contemporánea* (1º ed., pp. 11-13). Barcelona, España: Gedisa.
- González Casanova, Pablo. (2004). *Las nuevas ciencias y las humanidades. De la academia a la política* (2005, 2º ed.). Barcelona, España: Anthropos.
- Guthrie, W.K.C. (1993). *Historia de la filosofía griega* (Alberto Medina González, Trans. 1º ed. Vol. VI). Madrid: Gredos.
- Harding, Sandra. (2006). *Science and Social Inequality. Feminist and Postcolonial Issues*. Chicago, Estados Unidos de América: University of Illinois Press.
- Holland, John. (1995). *Hidden order: How adaptation builds complexity*. Cambridge: Perseus Books.
- Ibáñez, Jesús. (1990). *Nuevos avances en la investigación social I* (2º, 1998 ed.). Barcelona: Proyecto a ediciones.

- Izquierdo, Luis, Galán Ordax, José Manuel, Santos, José I., y Olmo Martínez, Ricardo del (2008). Modelado de sistemas complejos mediante simulación basada en agentes y mediante dinámica de sistemas. *EMPIRIA. Revista de Metodología de Ciencias Sociales*, 16, 85-112.
- Kant, Immanuel. (2003). *Crítica de la razón pura* (1º ed.). Buenos Aires, Argentina: Losada.
- Knorr-Cetina, Kartin. (1981). *La fabricación del conocimiento científico. Un ensayo sobre el carácter constructivista y contextual de la ciencia* (2005, 1º ed.). Buenos Aires, Argentina: Universidad Nacional de Quilmes.
- Latour, Bruno, y Woolgar, Steve. (1995). *La vida en el laboratorio* (1º ed.). Madrid, España: Alianza.
- Leff, Enrique. (1994). *Ciencias Sociales y Formación Ambiental*. Barcelona, España: Gedisa, UNAM.
- Lorenz, Edward. (1995). *La esencia del caos*. Madrid, España: Debate.
- Maldonado, Carlos Eduardo. (1999). Esbozo de una filosofía de la lógica de la complejidad. En Carlos (editor) Maldonado (Ed.), *Visiones sobre la Complejidad* (2º, 2001 ed., pp. 9-27). Bogotá, Colombia: Ediciones El Bosque.
- Maldonado, Carlos Eduardo. (2007a). Complejidad y evolución. En Carlos Maldonado (Ed.), *Complejidad: ciencia, pensamiento y aplicación* (pp. 17-36). Buenos Aires, Argentina: Universidad Externado de Colombia.
- Maldonado, Carlos Eduardo. (2007b). *Complejidad: ciencia, pensamiento y aplicación*. Buenos Aires, Argentina: Universidad Externado de Colombia.
- Maldonado, Carlos Eduardo. (2007c). El problema de una teoría general de la complejidad. En Carlos Maldonado (Ed.), *Complejidad: ciencia, pensamiento y aplicación* (pp. 101-132). Buenos Aires, Argentina: Universidad Externado de Colombia.
- Maldonado, Carlos, y Gómez Cruz, Nelson Alfonso. (2010). Modelamiento y simulación de sistemas complejos. Bogotá: Universidad del Rosario.
- Mandelbrot, Benoît. (1987). *Los objetos fractales* (2006, 6º ed.). Barcelona, España: Tusquets.
- Martínez, Guillermo, y Piñeiro, Gustavo. (2009). *Gödel (para todos)* (1º ed.). Buenos Aires, Argentina: Seix Barral.
- Maturana, Humberto, y Varela, Francisco. (1972). *Autopoietic system*. Santiago de Chile: Facultad de Ciencias.
- Mignolo, Walter. (1998). Postoccidentalismo: el argumento desde América Latina. En Santiago Castro-Gómez y Eduardo Mendieta (Ed.), *Teorías sin disciplina (latinoamericanismo, poscolonialidad y globalización en debate)*. México: Porrúa.
- Morin, Edgar. (1977). *El Método I. La naturaleza de la naturaleza* (2001, 1º ed.). Madrid: Cátedra.
- Morin, Edgar. (1977-2006). *El Método*. Madrid: Cátedra.
- Morin, Edgar. (1980). *El Método II. La vida de la vida* (2002, 5º ed.). Madrid: Cátedra.
- Morin, Edgar. (1986). *El Método III. El conocimiento del conocimiento* (2002, 4º ed.). Madrid: Cátedra.
- Morin, Edgar. (1990). *Introducción al Pensamiento Complejo* (2001, 4ª reimpresión, 1º ed.). Barcelona: Gedisa.
- Morin, Edgar. (1991). *El Método IV. Las ideas* (1998, 2º ed.). Madrid: Cátedra.
- Morin, Edgar. (2001). *El Método V. La humanidad de la humanidad. La identidad humana* (2003, 1º ed.). Madrid: Cátedra.
- Morin, Edgar. (2004a). Complejidad restringida, complejidad general Retrieved 19-11, 2008, from <http://www.pensamientocomplejo.com.ar/documento.asp?Estado=VerFicha&IdDocumento=237>
- Morin, Edgar. (2004b). Epistemología de la complejidad Retrieved 19-11, 2008, from <http://www.pensamientocomplejo.com.ar/documento.asp?Estado=VerFicha&IdDocumento=71>
- Morin, Edgar. (2004c). *La Méthode VI. Éthique* (2004, 1º ed.). Paris: Seuil.

- Morin, Edgar, y Brigitte Kern, Anne. (1993). *Tierra-Patria* (1999, 2º ed.). Buenos Aires: Nueva Visión.
- Moscovici, Serge. (1988). La historia humana de la naturaleza. En Ilya Prigogine, Félix Guattari, Jacques Lesourne, Mony Elkaïm y Serge Moscovici (Eds.), *Ilya Prigogine: El tiempo y el devenir* (1º, 2º reimpresión, 2000 ed., pp. 121-154). Barcelona, España: Gedisa.
- Navarro, Pablo. (1990). Tipos de sistemas reflexivos. En Jesús Ibáñez (Ed.), *Nuevos avances en la investigación social I* (2º, 1998 ed., pp. 87-95). Barcelona: Proyecto a ediciones.
- Neumann, John Von. (1966). *Theory of Self-Reproducing Automata*. Urbana: Univeristy of Illinois Press.
- Neumann, John Von. (1968). *The General and Logical Theory of Automata*. Chicago: Aldine.
- Piaget, Jean. (1978). *La equilibración de las estructuras cognitivas. Problema central del desarrollo* (1º ed.). México: Siglo XXI.
- Piaget, Jean. (1979a). *Tratado de lógica y conocimiento científico*. Buenos Aires, Argentina: Paidós.
- Piaget, Jean. (1979b). *Tratado de lógica y conocimiento científico. I. Naturaleza y métodos de la epistemología* (1º ed. Vol. I). Buenos Aires, Argentina: Paidós.
- Piaget, Jean, y García, Rolando. (1982). *Psicogénesis e historia de la ciencia* (2008, 11º ed.). DF, México: Siglo XXI.
- Prigogine, Ilya. (1983). *¿Tan solo una ilusión? Una exploración del caos al orden* (1997, 4º ed.). Barcelona: Tusquets.
- Prigogine, Ilya, y Nicolis, Grégoire. (1987). *La estructura de lo complejo* (1997, 1º ed.). Madrid: Alianza.
- Prigogine, Ilya, y Stengers, Isabelle. (1979). *La nueva alianza. Metamorfosis de la ciencia* (1983, 1º ed.). Madrid: Alianza.
- Reynoso, Carlos. (2006). *Complejidad y caos. Una exploración antropológica* (1º ed.). Buenos Aires, Argentina: Editorial SB.
- Rodríguez Zoya, Leonardo. (2009a). El método como sistema complejo. Sociogénesis y epistemología del conocimiento metodológico. En Juan Miguel Gonzalez Velasco (Ed.), *Investigación científica. Un encuentro entre visiones paradigmáticas*. Bolivia: IICAB.
- Rodríguez Zoya, Leonardo. (2009b, 31-Agosto al 4-Septiembre). *La metodología como sistema complejo*. Paper presented at the XXVII Congreso Asociación Latinoamericana de Sociología, Buenos Aires, Argentina.
- Rodríguez Zoya, Leonardo. (2010a). *Complejidad de la relación entre ciencia y valores. La significación política del conocimiento científico*. (1º ed. Vol. 19). Buenos Aires: Instituto de Investigaciones Gino Germani, Universidad de Buenos Aires.
- Rodríguez Zoya, Leonardo. (2010b). 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(13)*, 63-100
- Rodríguez Zoya, Leonardo. (2011a). Antropología política de la ciencia. *Utopía y Praxis Latinoamericana*, 16(55), Diciembre.
- Rodríguez Zoya, Leonardo. (2011b). Capítulo 1: Introducción crítica a los enfoques de la complejidad: tensiones epistemológicas e implicancias políticas para el Sur. En Leonardo (coordinador) Rodríguez Zoya (Ed.), *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.
- Rouse, Joseph. (1987). *Knowledge and Power* (1º, 1987 ed.). New York, United States of America: Cornell University Press.
- Sotolongo, Pedro, y Delgado Díaz, Carlos Jesus. (2006). *La revolución contemporánea del saber y la complejidad social. Hacia unas ciencias sociales de un nuevo tipo* (1º ed.). Buenos Aires: CLACSO Libros.
- Spire, Arnaud. (1990). *El pensamiento de Prigogine. La belleza del caos*. (2000, 2º ed.). Barcelona, España: Andres Bello.
- Thom, Rene. (1976). Structural Stability, Catastrophe Theory, and Applied Mathematics: The John von Neumann Lecture, 1976. *SIAM Review*, 19(2), 189-201.

- Varsavsky, Oscar. (1975). Ideología y verdad. En Gregorio Klimovsky (Ed.), *Ciencia e ideología. Aportes polémicos* (1º ed., pp. 41-57). Buenos Aires, Argentina: Ediciones Ciencia Nueva.
- Weaver, Warren. (1948). Science and complexity. *American Scientist*(36), 536.
- Wiener, Norbert. (1985). *Cibernetica. O el control y la comunicación en animales y máquinas* (1º ed.). Barcelona, España: Tusquets.
- Woolgar, Steve. (1991). *Ciencia: abriendo la caja negra* (1º ed.). Barcelona, España: Anthropos.