

Complejidad: la emergencia de nuevos valores epistémicos y no epistémicos en la historia de la ciencia contemporánea

Por Leonardo G. Rodríguez Zoya¹
UBA / CONICET / IIGG / CPC
leonardo.rzoya@gmail.com

I Encuentro Latinoamericano de Metodología de las Ciencias Sociales
– 10, 11 y 12 de diciembre de 2008, La Plata, Argentina – Mesa E1
“Cambios y continuidades sociales y políticas en Argentina y la región
en las últimas décadas. Desafíos para el conocimiento social”

I. Introducción

La emergencia de la complejidad en la historia de la ciencia contemporánea constituye un evento epistémico de gran importancia en la medida en que implica una mutación de los supuestos fundantes de la matriz de pensamiento occidental. La emergencia incipiente de un paradigma de la complejidad en diferentes regiones disciplinares de la ciencia contemporánea conlleva nuevas formas de concebir el pensamiento y la construcción del saber científico.

La complejidad ha comenzado a ser asumida de modo explícito en las prácticas científicas en el dominio de las ciencias físicas y las ciencias de la vida, e incorporada como un principio clave en la construcción del conocimiento y la elaboración de teorías.

Sin embargo, la reflexión filosófica, epistemológica y metodológica sobre el problema de la complejidad es escasa en relación con la proliferación de teorías científicas sensibles al mismo. Lo más significativo es que ni la filosofía de la ciencia oficial ni el mainstream de la epistemología de las ciencias sociales abordan la cuestión de la complejidad de un modo sistemático y explícito.

Así, los principales aportes a una epistemología de la complejidad con sustento científico, filosófico y metodológico han provenido en buena medida de dos tradiciones. Por un lado, científicos del campo de la física, la química, la termodinámica y la biología que han trascendido su parcela disciplinaria singular para aventurarse en reflexiones filosóficas de largo alcance. Algunos nombres que ilustran este campo son Ilya Prigogine (1979) y la Escuela de Bruselas, Heinz von Foerster (1996; 1962), Heni Atlan (1986), Huberto Maturana, Francisco Verela (1972; 1984; 1990; 2003), Warren Weaver (1948), entre otros.

¹ Lic. en Ciencia Política (UBA). Profesor ayudante de Métodos y Técnicas de la Investigación Social (Facultad de Ciencias Sociales – UBA). Becario Doctoral (CONICET-IIGG). Coordinador de la Comunidad de Pensamiento Complejo. (CPC)

Datos de contacto del autor: **mail.** leonardo.rzoya@gmail.com | **web.** www.pensamientocomplejo.com.ar | **skype.** lein.humanimal | **msn.** lg_rodriguez@hotmail.com | **Tel.** (054)-(011)-4624-5414 | **Movil.** (54)-(911)-5001-8099

La segunda tradición abarca a pensadores que han recorrido una itinerancia epistémica a través de diferentes dominios en búsqueda de una articulación transdisciplinaria de saberes. Edgar Morin (1977; 1980; 1986; 1991; 2001; 2004) puede considerarse una figura emblemática de este campo. También autores de la talla de Rolando García (2000; 2006), figura central de la epistemología constructivista y de la Escuela de Ginebra liderada por Jean Piaget. Ambos son en buena medida desconocidos e ignorados por las ciencias sociales oficiales, están ausentes del contenido curricular de las mismas y sus propuestas epistemológicas – metodológicas siguen siendo marginales en la tradición de las principales líneas de investigación.

De este modo el diálogo entre los enfoques de la complejidad y las ciencias sociales parece estar en un callejón sin salida. Por un lado, porque este enfoque no encuentra interlocutores válidos en el campo de los saberes instituidos de las ciencias sociales ya sea porque lo marginan o porque lo ignoran. Por otro, porque hay una fuerte resistencia institucional a incorporar la cuestión de la complejidad en los contenidos programáticos de la educación superior.

Esta situación resulta altamente paradójica en la medida en que uno de los postulados centrales del paradigma de la complejidad es la construcción transdisciplinaria de saberes, y el diálogo interactivo de la ciencia con otras formas de conocimiento como la filosofía y el arte.

Por consiguiente, es en este contexto donde se inscribe la labor reflexiva de este trabajo, el cual intenta explorar la significación de la complejidad en la historia de la ciencia contemporánea con la finalidad de iniciar un diálogo fecundo de los enfoques de la complejidad con las ciencias sociales.

La estrategia argumentativa que se propone intenta defender y sostener cuatro tesis centrales que se enuncian a continuación.

- Tesis 1:** La emergencia de la complejidad en la historia de la ciencia contemporánea constituye un jaque radical a la arquitectura epistémica de la ciencia clásica moderna.
- Tesis 2:** La conciencia del problema de la complejidad en el corazón de las prácticas científicas constituye una revolución epistémica de largo alcance que conlleva desafíos e implicancias óptico-epistemo-metodológicos.
- Tesis 3:** La complejidad como nuevo valor epistémico plantea una nueva lógica de construir y organizar el conocimiento que requiere de un diálogo transdisciplinario de saberes.

Tesis 4: El desarrollo de un paradigma de complejidad se inscribe en un proceso cultural más amplio que excede la dimensión específica de la producción del saber científico, y conlleva desafíos y replanteos éticos, educativos y políticos.

Las tesis enunciadas se enraízan en algunos supuestos centrales relativos a la relación ciencia – política – sociedad:

Supuesto 1: La modernidad es un proceso socio-histórico complejo que estimuló y condicionó el desarrollo de ciertas estrategias cognitivas. Estas estrategias instituyeron disyunciones epistémicas matriciales organizadoras del proceso de construcción del conocimiento científico.

Supuesto 2: Toda sociedad produce los medios espirituales para crear representaciones del mundo, del tiempo y de sí misma. La ciencia es uno de esos medios, en cuanto forma organizada de una praxis históricamente contingente y socialmente condicionada. La ciencia es el régimen de verdad hegemónico que produce significaciones a través de las cuales la realidad tiene sentido.

Supuesto 3: La ciencia es un conjunto de prácticas con significación política. Los intereses y los valores epistémicos y no epistémicos son elementos centrales en la construcción de todo conocimiento, incluido el científico. Las prácticas científicas emergen del mundo de la vida humana y co-organizan y moldean la sociedad. La ciencia es productora y producto de la organización social y constituye la mediación simbólica (conceptual) y material (tecnológica) de los sujetos individuales y colectivos con la realidad en múltiples niveles: sujeto – alteridad, sujeto – sociedad, humanidad - naturaleza.

La vinculación entre las tesis y los supuestos enunciados nos permiten argüir que el enfoque de la complejidad tiene importantes consecuencias para la construcción y organización del saber científico. Pero, al mismo tiempo, la complejidad excede la dimensión epistémica ya que no es posible reducirla meramente a una nueva racionalidad científica postclásica. Intuimos que el paradigma de la complejidad tiene consecuencias y potencialidades políticas significativas que es preciso explorar y reflexionar tanto desde la

práctica y metodología de la investigación social como desde el lugar que nos concierne como habitantes de nuestras comunidades locales, regionales y planetarias. La articulación política - complejidad es el horizonte de sentido en el cual se inscribe la presente reflexión sobre la complejidad en la historia de la ciencia contemporánea.

II. Arquitectura epistémica de las estrategias cognitivas de la modernidad

Todo intento de conocer el mundo conlleva dos misiones, la primera es pensar la realidad, la segunda es pensar el pensamiento. Lo primero exige una posición de sujeto desde donde elaborar una estrategia cognitiva para observar el mundo. Lo segundo, un movimiento reflexivo del sujeto sobre sí mismo, desde donde éste se auto-observa y observa las condiciones de su observación. El acto de conocer entraña, entonces, una unidualidad compleja: la observación del mundo, y la observación de la observación.

La fundación de la ciencia occidental instituyó el divorcio dicotómico entre ambos términos. Por un lado, la observación objetiva del mundo requería la anulación de la interferencia subjetiva del observador como condición de posibilidad para la realización matemática de la razón encargada de desentrañar el orden de la naturaleza. Por el otro, el dominio subjetivo del sujeto pasó a ser un problema filosófico.

En la historia epistémica occidental ha primado una concepción del conocimiento como producto. Según esta concepción el saber científico pertinente es tal en la medida que se encuentra organizado en un corpus de enunciados válidos, las teorías científicas. En términos sociohistóricos esta concepción del saber puede rastrearse desde Aristóteles y llega al paroxismo epistémico con la hegemonía del empirismo lógico.

La contra cara de la primacía del saber-producto ha sido el ocultamiento del proceso de producción de las ideas científicas. Las condiciones histórico-concretas singulares de la observación científica tienen escasa importancia epistemológica para la tradición del pensamiento occidental. El observador del mundo (sujeto de conocimiento)² y el mundo del observador (contexto socio-histórico de observación)³, no pueden ser sino problemas derivados, un peso del cual es necesario librarse.

En resumen, la arquitectura epistémica del conocimiento científico moderno se ha edificado sobre tres supuestos fundantes:

² La filosofía postestructuralista constituye en la actualidad el foco discursivo del reconocimiento del problema del sujeto.

³ El Marxismo y la sociología de la ciencia constituyen desde diferentes vertientes replantemos profundos al problema de los condicionamientos sociales del conocimiento científico.

1. El conocimiento científico es objetivo en la medida que elimina y anula la subjetividad de la observación.
2. El conocimiento científico es un producto que debe independizarse de las condiciones locales y singulares de producción.
3. El conocimiento científico es universal puesto que es capaz de descubrir el orden de la naturaleza, expulsando el azar, lo singular y lo aleatorio; y neutral ya que excluye la afectividad, los valores, las emociones, la subjetividad.

Proponemos el concepto de *disyunción epistémica matricial* para dar cuenta de las estrategias cognitivas de la modernidad. Una disyunción matricial es un principio rector en la construcción del conocimiento. Es una noción lógica en la medida que orienta la forma de articular conceptos y elaborar proposiciones. Pero también es una noción cultural ya que se enraíza en prácticas que condicionan y moldean las estrategias cognitivas.

Las disyunciones epistémicas matriciales adquieren la forma de supuestos y principios indiscutidos y comúnmente aceptados, ellas informan y organizan los valores epistémicos rectores del status de legitimidad de un saber. Universalidad, neutralidad valorativa, predictibilidad, parsimonia, legalidad, simplicidad han sido alguno de los valores epistémicos centrales de la ciencia occidental.

El concepto de disyunción epistémica matricial busca subrayar que el pensamiento moderno piensa instituyendo separaciones y reificando dicotomías polares: objeto / sujeto, ciencia / filosofía, objeto / entorno, cuerpo / mente, materia / espíritu, cultura / naturaleza, juicio de hecho / juicios de valor, razón / afectividad, individuo / sociedad, forma / contenido, cualitativo / cuantitativo, estado / mercado, producto / producción, verdadero / falso, identidad / diferencia.

Estas dicotomías polares rigen como criterios organizativos de la episteme moderna e informan los valores cognitivos de la cultura científica. La naturalización de estas disyunciones constituye el principal efecto ideológico de la ciencia occidental. En la medida en que las mismas organizan la cultura científica devienen en nociones instituidas e instituyentes co-organizadoras de toda praxis investigativa.

Las disyunciones epistémicas matriciales incluyen y excluyen simultáneamente, trazan un límite entre el sistema legitimante y el afuera ilegítimo. En tanto principios de exclusión definen lo que queda fuera de la ciencia como tal: la exclusión del sujeto, la exclusión del tiempo, la exclusión de lo imprevisible, la exclusión del desorden, la exclusión de los valores, la exclusión de la afectividad. Las disyunciones epistémicas consideradas como principios de exclusión devienen en criterios organizativos del sistema del conocimiento científico.

Es posible pensar una articulación entre el concepto de disyunción epistémica matricial y la teoría de los espacios controversiales propuesta por Oscar Nudler (2004). Seguimos a Francisco Naishtat (2006) quien explica que el modelo de Nudler propone analizar el desarrollo de las ciencias en base a la noción de controversia, la cual requiere la existencia de ciertos acuerdos como condición de posibilidad del conflicto. Estos acuerdos conforman un *common ground* o suelo común, una red de supuestos tácitos comunes del foco de la disputa sin la cual la misma sería lógicamente inviable. Se presenta así una dialéctica entre el *foco* y el *common ground*. A su vez puede producirse un proceso de *refocalización* cuando un supuesto del *common ground* se vuelve problemático y pasa al *foco* de la disputa.

Podemos vertebrar como analogía la idea de que las disyunciones epistémicas matriciales constituyen el *common ground* de la ciencia clásica – moderna. La emergencia de la complejidad desde el terreno mismo de las prácticas científicas, y no desde la filosofía u otros campos del saber, permite que las disyunciones matriciales se movilen del *common ground* al *foco*. En otros términos, la propuesta de leer la historia de la ciencia contemporánea en clave de la emergencia de la noción de complejidad significa la constitución de un nuevo campo controversial.

El problema de la complejidad estimula así el surgimiento de una refocalización epistémica del saber científico: frente al paradigma de simplificación hegemónico comienza a vertebrarse un nuevo paradigma de la complejidad organizado por principios epistémicos radicalmente distintos (Morin 1982, 1990:341-362).

Sin embargo, es preciso recalcar que no es posible pensar una ciencia nueva sin reformar los principios organizadores del conocimiento científico. En la medida en que dichos principios no son elementos sujetos a la decisión y elección voluntaria, la reforma epistémica de la ciencia no puede ser un acto decretado, un enunciado transparente, una declaración de principios nuevos.

Nuestra hipótesis es que las disyunciones epistémicas matriciales como piezas claves de la arquitectura de la ciencia moderna continúan siendo elementos centrales en la cultura científica contemporánea. Sin embargo, la emergencia de la complejidad en la historia de la ciencia del siglo XX constituye un jaque radical a estas bases constitutivas. La conciencia del problema de la complejidad en el corazón de las prácticas científicas constituye una revolución epistémica de largo alcance que trasciende las propias fronteras del saber científico. Estamos ante la emergencia de una ciencia de un nuevo tipo, una ciencia con conciencia de la complejidad.

En la sección siguiente intentaremos describir y caracterizar algunos eventos significativos en la historia de la ciencia contemporánea que ponen en el foco epistémico la noción de complejidad como elemento rector de un espacio controversial ligado a la transformación paradigmática del saber científico.

III. La emergencia de la complejidad en la historia de la ciencia contemporánea

III.1 La mecánica cuántica y el principio de incertidumbre

Hasta comienzos del siglo XX la física clásica consideraba la noción de partícula como el “objeto primero, irreducible, indivisible, substancial, [...] claramente definible, identificable, medible” (Morin 1977:55).

Los desarrollos de la física en las primeras décadas del siglo XX hicieron añicos la idea de partícula como ladrillo fundamental del universo. La partícula de una noción substancial pasó a ser concebida como una noción relacional, contradictoria, complementaria e incierta. Este nuevo campo de la física conocido como física cuántica o mecánica ondulatoria adquiere sustento sobre los desarrollos de los físicos Planck, Rutherford, Einstein, Bohr, De Broglie, Schrödinger, Heisenberg, Dirac. (Papp 1996:71-102)

Destacamos tres movimientos conceptuales de la teoría cuántica con gran alcance epistemológico. El primero consistió en concebir el átomo como un sistema formado por un núcleo con electrones girando a su alrededor (Rutherford – Chadwick). Esto significó la irrupción del sistema, idea fundamentalmente relacional, en el corazón de la realidad microfísica. La segunda mutación epistémica fue la emergencia del carácter contradictorio de la materia, la partícula presentaba una dualidad, comportándose como onda o como corpúsculo. Esta noción es conocida como principio de complementariedad y sostiene que las partículas presentan un carácter continuo (onda) o discontinuo (corpúsculo) formando una extraña alianza (Papp 1996:82). La trascendencia epistémica de la dualidad onda-partícula radica en la violación de los principios de la lógica clásica aristotélica.

El núcleo del pensamiento lógico-clásico lo constituyen los principios de identidad, no contradicción y tercio excluso (Velilla 2002:111-112). El principio de identidad postula una relación de igualdad de algo consigo mismo simbolizado bajo la forma A es A . Este principio afirma “la imposibilidad de que lo mismo exista y no exista al mismo tiempo y dentro de la misma relación” (Morin 1991:178). El principio de no contradicción postula la imposibilidad de que un determinado objeto tenga y no tenga un mismo atributo o propiedad al mismo tiempo y dentro de la misma relación. Es decir A no puede ser B y no B (Morin 1991).

La dualidad y complementariedad onda-partícula abre una brecha lógica en la realidad microfísica, la partícula es partícula pero también no lo es (A es A y también B). La partícula tiene una identidad contradictoria y no es posible establecer una relación de igualdad consigo misma. La partícula (onda-corpúsculo) forma una unidualidad compleja la cual no es comprensible bajo el imperio de la lógica clásica identitaria.

El principio dialógico del pensamiento complejo postula la “asociación compleja (complementaria / concurrente / antagonista) de instancias, conjuntamente *necesarias para la existencia*, el funcionamiento y el desarrollo de un fenómeno organizado” (Morin 1986:109). La dialógica reconoce la unidad compleja de dos lógicas contradictorias y al mismo tiempo la imposibilidad de solución en una instancia superadora. De este modo, la revolución cuántica nos permite ascender a una idea epistémica de gran alcance, la contradicción no es el equivalente al error, una bruma a ser disipada por la luz clara de la razón omnipotente, sino un aspecto constituto de la complejidad de lo real que no puede ser eliminado ni reducido.

La tercera revolución conceptual de la mecánica cuántica es el principio de incertidumbre (o indeterminación) de Heisenberg, quien sostiene la imposibilidad de medir simultáneamente la velocidad y posición de una partícula. Al intentar medir la posición, indeterminamos su velocidad. Al medir su movimiento, indeterminamos su ubicación en el espacio. La trascendencia epistémica de este principio consiste en que el acto de medición altera y perturba el objeto observado.

Bien podría considerarse que la perturbación introducida por el acto de medir se debe a una insuficiencia de nuestros instrumentos de medida. Desde la arquitectura epistémica clásica, es posible mejorar la tecnología de la medición para lograr una descripción objetiva de los hechos de la realidad. Según esta perspectiva, la objetividad continúa encontrando sus fundamentos en la exclusión del sujeto-observador.

La revolución cuántica es también y sobre todo una revolución epistémica que marca el reingreso del sujeto en el corazón de la observación microfísica. La presencia del sujeto-observador que percibe y describe; condiciona, perturba y altera el acto de observación y las propiedades de lo observado. El principio de indeterminación es la prueba física que plantea la necesidad de incluir al observador en su observación, elaborando un meta punto de vista que permita un bucle reflexivo: la medición de la medición, la observación de la observación, el pensamiento del pensamiento, el conocimiento del conocimiento.

El paradigma de la complejidad plantea una nueva concepción de la objetividad concebida como una dialógica recursiva entre sujeto – objeto. No hay ni puede haber una disyunción matricial entre el observador y lo observado; muy por el contrario se trata de

concebir una objetividad reflexiva, donde “la actividad del sistema objeto y la actividad objetivadora del sujeto que observa [constituyen] procesos coexistentes” (Navarro 1990). En síntesis, el sujeto construye el objeto, lo transforma al conocerlo y es deformado por éste en el proceso mismo de conocimiento (Ibáñez 1990a:59-62; Rodríguez Zoya 2008). Emerge así, una nueva ontología: “la realidad no está constituida por hechos, sino por potencias o probabilidades. Lo real es lo posible” (Almarza Rísquez 2002).

Consideramos que el principio de indeterminación anuncia, desde el terreno de la teoría física, el colapso de la disyunción sujeto objeto en la ciencia contemporánea; y constituye un elemento central para pensar una epistemología con sujeto cognoscente⁴.

III.2 El teorema de Gödel y la noción de incompletud

El problema que debemos considerar a continuación es cuáles son las condiciones de posibilidad para establecer de un modo concluyente la verdad de un enunciado. En otros términos, se trata de saber bajo qué condiciones lógico - empíricas es posible garantizar la verdad / falsedad de un sistema semántico. Establecer de modo concluyente significa dar garantías que permitan la clausura completa de un sistema, la constitución de una totalidad cerrada definitivamente.

Hemos de destacar que tal cuestión no responde a una mera preocupación lógica sino que entraña también una significación política. Debemos interrogarnos si es posible concebir una praxis política capaz de generar un orden social en el cual puedan anularse y resolverse todos los antagonismos humanos. Intuimos que hay profundos puntos de contacto, que son necesarios explorar y profundizar, entre el problema lógico de la completud y el cierre y las condiciones lógicas de posibilidad de una política emancipatoria a escala planetaria.

El Teorema de la indecibilidad de Gödel (1931) se inscribe en esta línea y postula que “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 1990a:60).

Desde el campo lógico la contribución gödeliana significa la imposibilidad de la completud como cierre conclusivo de un sistema semántico formalizado. La existencia de afirmaciones indemostrables, respecto de las cuales no se puede establecer su veracidad o falsedad, implica que estos sistemas formales son siempre incompletos (Varela 1990:101). Esta andadura lógica permite reconcebir el problema de la objetividad por medio de la

4 Se trata de concebir una epistemología en las antípodas de Popper (2002) quien propugna una epistemología sin sujeto cognoscente, específicamente en el capítulo 3, pp.106-120.

elaboración de un meta punto de vista como estrategia cognitiva que permita el reingreso reflexivo del sujeto en el proceso de observación. Éste sería una condición indispensable para la elaboración de una epistemología de segundo orden o del conocimiento del conocimiento como instancia superadora de la dicotomía sujeto / objeto (Morin 1986; Sotolongo 2006).

Siguiendo a Von Forester (1996:63-79) podemos decir que “una descripción (del universo) implica al que lo describe (lo observa)”, lo que plantea la necesidad de una meta-descripción, es decir una descripción del que describe, una teoría del observador.

Así, mientras que la hegemonía epistémica de occidente privilegió los productos, centrándose en el análisis de la coherencia interna y validez de las teorías científicas, es necesario concebir una epistemología de los procesos productivos y constructivos del conocimiento. En términos de Von Forester, una epistemología de los sistemas observados (¿qué conocemos?) debe complementarse con una epistemología de los sistemas observadores (¿cómo conocemos?).

Incompletud e incertidumbre se encuentran entrelazadas, y su reconocimiento desde el corazón del pensamiento físico y lógico constituyen eventos altamente significativos en la historia de la ciencia. Descartes instituyó el *cógito* basándose en la duda hiperbólica. Al dudar de sí mismo encuentra en ese hecho la prueba de su existencia. Sin embargo, el *cógito* cartesiano duda de todo, menos del sentido del lenguaje⁵. El pensamiento se erige como fundamento último del ser, el “Yo” del *cógito* es un acto fundacional de certidumbre (Ricoeur 1996:XV-XXII).

El principio de complementariedad, el principio de incertidumbre y el teorema de Gödel contribuyen al derrumbe del *cógito* cartesiano, y signan el comienzo de una nueva era epistémica marcada por el fin de la certidumbre. La pérdida de certeza permite también pensar en una dimensión psicológica de la complejidad; asumir la ausencia de fundamentos y enfrentarse al diálogo con la incertidumbre se erigen como un obstáculo afectivo que involucra la crisis íntima del sujeto, en la medida que éste se reconoce como un ser sujetado a la complejidad. Pero esta crisis de la subjetividad es también condición de posibilidad para la emergencia del pensamiento complejo.

En conclusión, la conciencia de la ausencia de fundamento es una idea clave en la emergencia de un paradigma de la complejidad.

⁵ Comentario sugerido por el profesor Francisco Naishtat en el marco del seminario de postgrado “Acción, Suceso e Historia”, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Buenos Aires, Octubre de 2008.

III.3 La resignificación de la noción de caos

Otra astucia⁶ de la arquitectura epistémica de la modernidad fue la disyunción orden / caos, ambas nociones no podían ser sino opuestas e irreconciliables. El pensamiento racional debía encargarse de descubrir el orden objetivo del mundo, de la naturaleza, de la sociedad. Así, la sociología nace como un proyecto conservador⁷ a partir de la necesidad de crear y mantener el orden social.

En el marco epistémico del paradigma de la complejidad el caos tiene una noción generativa y creativa. No se trata simplemente reemplazar orden por caos, y erguir éste dónde antes reinaba el primero, esto sería una nueva simplificación a través de la inversión de los términos polares de la dicotomía.

El concepto de caos pierde su connotación negativa que tenía en el paradigma clásico y emerge como una noción complejizada. El caos no sólo puede ser factor de desorganización, desintegración, desequilibrio, crisis; sino también la fuente de creación de un nuevo orden, de nuevas formas de organización. Orden y caos son nociones antitéticas pero también concurrentes y complementarias, constituyen según la perspectiva de Edgar Morin, piezas claves de un bucle tetralógico: desorden / interacciones / orden / organización (Morin 1977:49-114). Debemos por lo tanto concebir en su unidad y distinción ciertas nociones contradictorias:

Caos → Desorden → Desorganización
Orden → Organización → Caos

Es la unidualidad compleja orden \leftrightarrow caos un concepto esencial para concebir la organización física, biológica y antropológica.

Una consideración aparte merece la expresión “teoría del caos” extendida y popularizada en décadas recientes, a través de un número de publicaciones de divulgación, como la de Roger Lewin (1995). Probablemente el éxito de la denominación “teoría del caos” se deba al impacto mediático y simbólico de la misma. Sin embargo es una expresión inexacta que abarca a un conjunto de teorías con fundamento matemático como la geometría fractal⁸

⁶ La expresión “astucia” la tomo prestada del profesor Adrián Scribano, quien la utiliza incontables veces. Según mi interpretación una astucia epistémica es un acto de naturalización y reificación, consiste en presentar como inevitable y necesario lo que es contingente y provisional, o por ponerlo en palabras de Ibáñez, “la ideología burguesa disfraza la historia en naturaleza, la contingencia en necesidad: intenta fundar en razón natural el hecho histórico y contingente de su dominación” (Ibáñez 1990b:181).

⁷ Noción sugerida por el profesor Emilio De Ípola en el marco del seminario “Acción, Suceso e Historia”, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Buenos Aires, Octubre de 2008.

⁸ Para una introducción véase Talanquer (1996). Se encuentra disponible versión online en: <http://www.pensamientocomplejo.com.ar/documento.asp?Estado=VerFicha&IdDocumento=137>

(Benoit Mandelbrot), la teoría de las catástrofes (René Thom) y en general el estudio de sistemas complejos no-lineales modelizados a través de ecuaciones diferenciales⁹.

Junto a la teoría del caos aparece también la noción de “ciencias de la complejidad”¹⁰ como un nuevo campo orientado al “estudio de fenómenos no lineales de complejidad creciente [...] basado fundamentalmente en el trabajo de simulación con ayuda del computador” (Maldonado 2007:103). Si bien no podemos realizar aquí una crítica epistemológica a esta corriente¹¹, debemos remarcar el llamado de atención realizado por Rolando García (2006:75) quien destaca que “prevalece en la ciencia actual un cierto imperialismo de las computadoras que hace aparecer como no-científico todo estudio de procesos no “modelables” a través de un sistema de ecuaciones diferenciales no –lineales (o de otras modelizaciones más sofisticadas”.

En un artículo reciente, Fernando Almarza Rísquez (2002) realiza una inteligente lectura genealógica del concepto de *caos* en la antigüedad clásica, la modernidad cartesiana y la ciencia contemporánea; a partir de donde elabora dos nociones complementarias y distintas de caos. Por un lado destaca la idea de la capacidad creativa del caos como generador del orden; por otro, la idea del orden que subyace dentro del caos. En la primer noción se encuentran los desarrollos de la Escuela de Bruselas liderada por Ilya Prigogine; quien, en el marco de la termodinámica de los procesos irreversibles propone la teoría de las estructuras disipativas. Éstas son estructuras nuevas que surgen en condiciones alejadas del equilibrio, o para expresarlo en otros términos, significa la creación y emergencia de la organización a partir del caos. La segunda noción, apunta sobre todo al campo de la geometría fractal y a la posibilidad de determinar y descubrir un orden dentro de situaciones caóticas.

III.4 La emergencia del evento y la autoorganización

La noción de evento puede concebirse como asociada a la de acontecimiento, como una singularidad temporal contingente. El evento es aquel suceso que se resiste a ser ubicado bajo una ley universal o estadística, presentando un carácter de irreductibilidad.

⁹ Una revisión sintética crítica en esta misma línea se encuentra en Morin (2003), véase pp. 55-64.

¹⁰ La principal línea de investigación sobre ciencias de la complejidad en Latinoamérica es el grupo colombiano coordinada por Carlos Eduardo Maldonado. Su principal interés consiste en la medición de la complejidad de sistemas no lineales y en la elaboración de una Teoría General de la Complejidad. Para más detalles véase (1999; 2007; 2005).

¹¹ Hay una pregunta central que todavía no ha sido abordada de modo explícito y sistemático en ningún artículo especializado, a saber: la crítica epistemológica a la noción de complejidad como teoría, pensamiento, ciencia, inteligencia, sistema, paradigma, metodología. Sin embargo siguiendo la propuesta de Rolando García de una Teoría de los Sistemas Complejos con fundamento en la epistemología genética de Jean Piaget; y los aportes realizados por Edgar Morin, consideramos que la expresión “ciencias de la complejidad” no es conceptualmente adecuada ni epistemológicamente pertinente; como tampoco lo es, a nuestro juicio, la noción de una “Teoría General de la Complejidad”; en la medida de que no es posible ni deseable reducir la complejidad a la modelización matemática de la misma.

La ciencia, señala Monod, “no puede decir ni hacer nada sobre un acontecimiento único. Sólo puede considerar los sucesos que forman una clase” (Monod 1970). Esta idea encuentra su raíz epistemológica en Aristóteles, quien concebía que “sólo lo universal es necesario, es decir “que existe siempre y en todas partes”, por lo tanto es lo único que puede ser conocido con certidumbre. El conocimiento científico trata de fundar un saber basado en la explicación de las causas; y por lo tanto si este conocimiento ha de ser verdadero y cierto no puede tener otro objeto que lo necesario. De ahí se sigue que la Ciencia tiene por objeto lo universal” (Rodríguez Zoya 2008).

Cabe entonces plantear el siguiente problema: cómo es posible que un particular (el sujeto humano) puede tener un conocimiento absoluto de lo universal (la totalidad del mundo) desde una posición singular (el aquí y ahora histórico-cultural contingente de la observación). Esta cuestión penetra como un nudo gordiano de las condiciones de posibilidad y límites del conocimiento humano. Un tratamiento profundo de la misma se encuentra en Morin (2002b:220-255).

Bajo el reinado de la arquitectura epistémica clásico-moderna sistema y evento son nociones antagónicas y opuestas que no hacen más que repelerse mutuamente. La una no puede ser comprensible sino excluyendo a la otra. Evento y sistema tiene que ser puestos en bucle, el evento puede desencadenar un patrón de interacciones que permitan la emergencia de la organización; al tiempo que el funcionamiento de un sistema puede inhibir / bloquear el desarrollo de ciertos eventos y estimular otros.

La noción de evento¹² emerge como un problema de dos caras: por un lado surge la cuestión sobre qué tipo de conocimiento es posible lograr respecto de un acontecimiento único, singular, aleatorio (problema epistemológico); por otro, aparece también un problema metodológico, es decir de qué modo es posible abordar el estudio del objeto-evento.

Sugerimos la siguiente reflexión. Dando un período de tiempo (T_1) en la cual es posible realizar la descripción de un estado de un sistema (S), llamamos evento (E) al acontecimiento irreducible que emerge desde el interior del sistema o desde el medio exterior influyendo en la organización de ese sistema (SO). Las consecuencias de E no son reductibles ni predecibles dadas las condiciones iniciales del sistema en T_1 . La organización (SO) del sistema en T_2 , no puede deducirse de su estado en T_1 . S puede responder a través de una asimilación de E a su estructura entonces: $SO_{T_2} = SO_{T_1}$, y no habría cambio de estructura. Pero E puede desencadenar un proceso de reorganización de las relaciones de los elementos constituyentes del sistema alterando su

¹² Para un abordaje conceptual del término evento en el marco del paradigma de la complejidad, véase Morin (1982). Específicamente, “El retorno del evento” pp. 135-159 y “El evento-esfinge” pp.160-195.

estructura, entonces $SO_{T2} = \zeta?$ ¡El resultado es impredecible! Intuimos que la noción de evento guarda relación con la emergencia de la incertidumbre.

Proponemos la siguiente expresión para dar cuenta de la relación del evento con la organización del sistema descrita anteriormente:

$$S = SO_{T1}$$

$$E(SO_{T1}) \Rightarrow SO_{T2} = SO_{T1} \text{ o } SO_{T2} = \zeta?$$

Otro concepto fundamental que emergió en la historia de la ciencia contemporánea es la noción de auto-organización proveniente fundamentalmente del campo de la biología. Los chilenos Humberto Maturana y Francisco Varela acuñaron el término *autopoiesis* para dar cuenta de la dinámica constitutiva de los seres vivos (Maturana 2003). La organización de un ser vivo es un sistema autopoietico capaz de producirse así mismo y mantener su organización.

El problema de la auto-organización de sí ya había emergido con Von Neuman quien estableció una distinción entre sistemas artificiales y vivientes. La diferencia radica en que los primeros están constituidos por componentes altamente fiables, pero no son capaces de regenerarse a sí mismos; mientras que los segundos son sistemas organizados por componentes inestables individualmente pero capaces de lograr una estabilidad de conjunto. Los seres vivos son máquinas que se construyen a sí mismas, por retomar la expresión de Monod, a través de las interacciones internas a su organización. A través de la noción de autopoiesis podemos pensar en una noción de autonomía con fundamento biológico, lo que permitiría concebir una noción de sujeto complejo enraizado en el mundo de la vida (Morin 2002a).

Cabe preguntarse con toda legitimidad cuál es el sentido de poner en comunicación conceptos y teorías surgidas en diferentes ámbitos disciplinarios como lo pueden ser la mecánica cuántica, la teoría de los sistemas, la termodinámica y la biología. En definitiva cuál es la significación e importancia de articular y vincular concepciones separadas por las fronteras disciplinarias de las disciplinas. Al respecto parece pertinente la reflexión aportada por Varela (Maturana 2003:34) quien afirma: “Si la noción de *autopoiesis* ha tenido influencia es porque supo alinearse con otro proyecto cuyo centro de interés es la *capacidad interpretativa del ser vivo* que concibe al hombre no como un agente que “descubre” el mundo sino que lo constituye. Es lo que podemos llamar el giro ontológico de la modernidad, que hacia el fin del siglo XX se perfila como un nuevo espacio de vida social y de pensamiento que ciertamente está cambiando progresivamente el rostro de la ciencia”.

IV. Ética, política y complejidad: desafíos planetarios del nuevo paradigma

A ese giro ontológico de la modernidad nosotros lo concebimos como una mutación epistémica del saber, una metamorfosis de la ciencia. Ese giro ontológico no es comprensible sino a través de la revolución conceptual que supone la emergencia del problema y de la conciencia de la complejidad en la historia de la ciencia contemporánea. La complejidad como problema ontológico y como desafío epistémico conlleva implicancias lógicas y metodológicas para la construcción del conocimiento. En la medida que las prácticas científicas reconocen y enfrentan la complejidad, y en la medida también en que la integran a la elaboración de teorías y modelos científicos en diferentes dominios disciplinares, podemos hipotetizar que la complejidad emerge como un nuevo valor epistémico co-organizador y orientador de un nuevo paradigma, de un pensamiento complejo.

Por consiguiente, incertidumbre, incompletud, caos, evento y autoorganización son nociones matriciales para concebir la emergencia de la complejidad en la historia de la ciencia contemporánea. Dichas nociones no sólo son incomprensibles desde la arquitectura epistémica de la ciencia clásica-moderna, sino que implican la crisis de sus supuestos fundantes. Las disyunciones epistémicas matriciales de la ciencia clásico-moderna se agrietan y resquebrajan por las conceptualizaciones que surgen de esa misma ciencia, lo que supone la emergencia de una ciencia de un nuevo tipo ligada a la construcción de un conocimiento complejo.

Llegamos así al nudo gordiano de la complejidad, el cual consiste en concebir si aquella puede limitarse a un logro de la ciencia contemporánea; es decir, si es posible restringir la fecundidad del nuevo paradigma sólo al ámbito de la producción del saber científico. O, si por el contrario, la complejidad excede, desborda y se extiende más allá de las fronteras epistémicas de la ciencia. La pregunta sería ésta: ¿puede entenderse la complejidad sólo como un problema de conocimiento y como un nuevo ideal de racionalidad de la ciencia contemporánea?

Nuestra hipótesis es que la complejidad debe ser pensada en términos paradigmáticos y que por lo tanto conlleva desafíos e implicancias éticas, educativas y políticas.

Puesto que la tradición de pensamiento occidental, de la cual nuestra cultura presente es deudora, concibe la ciencia como una empresa de conocimiento racional, objetivo y neutral; todo intento de vincular un conocimiento de los hechos con juicios de valor y proposiciones éticas parece un contrasentido. Uno de los éxitos del positivismo lógico fue lograr la hegemonía de la radical disyunción entre juicios de hecho y valor.

Esta disyunción epistémica matricial (hecho / valor) significa en términos lógicos la misma astucia epistémica que realiza Kant (2003) al dividir el mundo en fenómeno / nomúmeno; al hacerlo, separa el ámbito del conocimiento científico (los fenómenos), del mundo noumético del cual sólo podemos pensar y tener ideas. Al separar lo cognoscible de lo pensable, Kant delimita el ámbito específico de la ciencia y al mismo tiempo le quita autoridad sobre el mundo de las cosas en sí. La razón pura (teórica) no puede conocer el alma, Dios, la religión. Más aún, la ciencia no sólo no puede conocerlas sino que no puede decir nada acerca de ellos. De modo análogo el positivismo lógico al postular que la ciencia sólo puede conocer hechos, elimina la cuestión ética del corazón del pensamiento científico.

Fue Putnam (2002) quien señaló con mayor claridad el desplome de la dicotomía hecho / valor, argumentando que entre ambos no puede haber separación sino imbricación. Podemos por lo tanto considerar que la disyunción de contextos propuesta por Hans Reichenbach es un artilugio lógico-filosófico que tiene poderosos efectos ideológicos¹³. Al separar y desunir el contexto de descubrimiento del de justificación y aplicación¹⁴, la ciencia resguarda y protege su aparente virginidad epistémica bajo el esencialismo absoluto de los valores cognitivos de objetividad, universalismo y neutralidad valorativa.

Planteamos como hipótesis macro histórica que la sociogénesis del conocimiento científico enraizado en disyunciones epistémicas matriciales cuyos valores cognitivos centrales son la objetividad fundada en la exclusión del sujeto cognoscente y un ideal de neutralidad valorativa, estimulan el desarrollo de una ciencia políticamente inconciente (Harding 2006) y humanamente peligrosa.

La emergencia de la complejidad nos muestra desde el mismo terreno de la ciencia, la insuficiencia de la ciencia (prueba histórico-crítica). El holocausto parece la más grande evidencia anti-humana de las atrocidades cometidas por una razón encerrada sobre sí misma (racionalización) y demuestra cómo la empresa racional de la ciencia engendra ceguera, crueldad y barbarie en el seno de la civilización (prueba socio-histórica).

La emergencia del problema del sujeto en diferentes prácticas científicas como la mecánica cuántica y la teoría de la autopoiesis son un aspecto significativo en la historia de la ciencia contemporánea. El retorno del sujeto, por seguir la expresión de Ibáñez, abre las puertas a un reencantamiento de una epistemología que había sido pauperizada y engrilletada a la noción del

¹³ La idea de los contextos de descubrimiento, justificación y aplicación como elementos ideológicos fue sugerida lúcidamente por el profesor Ricardo Gómez en el marco del seminario de postgrado "Las prácticas científicas. Incidencias de la política", dictado en la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Buenos Aires. Junio-Septiembre de 2008. Hay soporte de audio de las clases. El interesado puede contactarse con el autor.

¹⁴ Para un abordaje breve de la noción de contextos, véase Klimovsky (1994).

conocimiento como producto. El reingreso del sujeto-observador abre las puertas a un postulado de una auto-reflexividad en el proceso de construcción de todo conocimiento.

Puesto que no es posible fundar una objetividad por exclusión del sujeto que conoce, la dialógica sujeto \leftrightarrow objeto plantea de inmediato el problema del rol de los valores e intereses en la construcción del conocimiento. En el nuevo paradigma de la complejidad, el reingreso del sujeto significa también el retorno de la problemática ética al corazón de la praxis científica.

El nuevo paradigma exige también reconcebir nuestra concepción de conocimiento, para superar la noción del saber como producto. La epistemología genética piagetiana ha mostrado empíricamente que el conocimiento es fundamentalmente una actividad. Es la praxis activa de un sujeto humano concreto la que construye la significación de la realidad en interacción con el mundo. Por lo tanto, el problema político del conocimiento científico no puede reducirse a la subsiguiente aplicación tecnológica de un determinado producto / procedimiento (Rouse 1987). El conocimiento transforma y organiza los modos de orientar nuestras acciones en el mundo. El conocimiento deviene constitución existencial del sujeto viviente.

Parece vital realizar un tránsito reflexivo desde una epistemología de los objetos conocidos (de los resultados, de los productos) hacia una epistemología de las prácticas científicas (de las actividades productoras, de lo generativo). Tal epistemología práctica es la tarea de una filosofía política de la ciencia, no como especialización subdisciplinaria de la filosofía de la ciencia en general, sino como nudo gordiano de todo proyecto epistemológico.

La cuestión de una filosofía política de la ciencia abre las puertas para una reconsideración profunda de la tarea misma de la epistemología. Esta filosofía política debería abarcar como objeto de reflexión una epistemología de la práctica científica y una epistemología del sujeto cognoscente. Sendas cuestiones plantean, por decirlo de algún modo, la necesidad de una teoría del sujeto y una teoría del observador en el corazón de la reflexión epistemológica.

Así, la conciencia de la significación política del conocimiento científico deviene en gobernalle del paradigma de la complejidad incluyendo una epistemología abierta a los problemas éticos y una ética de la praxis en la construcción del conocimiento.

Agreguemos y enfatizamos una afirmación que ya hemos realizado: los principios de conocimiento (disyunciones epistémicas matriciales) forman un habitus cognitivo, organizan la cultura científica, orientan las prácticas y nuestros modos de conocer. Dichos principios guían la construcción del conocimiento. Por lo tanto, no puede haber una ciencia nueva sin reformar los

principios matriciales (paradigmáticos) del conocimiento, lo que significa la transformación radical de la cultura científica y una reforma del pensamiento (Morin 1999a, 1999b).

La emergencia de un principio de complejidad en la construcción del conocimiento, deviene también un problema educativo. Es necesario reconcebir el proceso de enseñanza-aprendizaje, desarticular los feudos disciplinarios y reorganizar la organización institucional de la ciencia. Lo cual sin duda plantea obstáculos y desafíos políticos para la construcción de una ciencia con conciencia de la complejidad a escala planetaria.

En el siglo XX el positivismo lógico planteó el desafío de crear una concepción científica del mundo: lograr una ciencia unificada a través de una unidad del lenguaje para una acción común; el Manifiesto del Círculo de Viena tenía significación política.

Desde los albores del siglo XXI parece evidente que la humanidad requiere una concepción compleja del mundo fundada en una racionalidad abierta y limitada. Una concepción compleja del mundo y del ser humano a través de una articulación transdisciplinaria de saberes, de un circuito interactivo y reflexivo entre la ciencia, el arte y la filosofía.

El trabajo colectivo y reflexivo desde diferentes regiones de la praxis científica por la emergencia de un paradigma de la complejidad puede contener las semillas de una reforma política de matriz humano céntrica capaz de repensar la humanidad a escala planetaria.

No se trata de una declaración de buenas intenciones, sino de la apuesta por una construcción estratégica colectiva de un conocimiento complejo que reconozca las implicancias y desafíos éticos y políticos de la praxis científica.

V. Bibliografía

- Almarza Rísquez, Fernando. 2002. La Teoría del Caos. Modelo de interpretación epistémica e instrumento de solución: reconciliación entre ciencias y humanidades. *ESCRITOS Revista Universitaria de Arte y Cultura. Escuela de Artes. Facultad de Humanidades y Educación. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. Año 14 III Etapa (15):107-150.*
- Atlan, Henri. 1986. *Con razón y sin ella. Intercrítica de la ciencia y el mito.* 1º, 1991 ed, *Metatemas.* Barcelona: Tusquets editores.
- Foerster, Heinz Von. 1996. *Las semillas de la cibernética.* 2º, 1996 ed, *Colección terapia familiar.* Barcelona: Gedisa editorial.
- Foerster, Heinz Von 1962. *Principles of Self-organization.* New York: Pergamon Press.
- García, Rolando. 2000. *El conocimiento en construcción. De las formulaciones de Jean Piaget a la teoría de los sistemas complejos.* 1º ed. Barcelona: Gedisa Editorial.
- García, Rolando. 2006. *Sistemas complejos. Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria.* 1º ed. Barcelona: Gedisa Editorial.
- Harding, Sandra. 2006. *Science and Social Inequality. Feminist and Postcolonial Issues.* Chicago, Estados Unidos de América: University of Illinois Press.
- Ibáñez, Jesús. 1990a. *Nuevos avances en la investigación social I.* 2º, 1998 ed. Barcelona: Proyecto a ediciones.
- Ibáñez, Jesús. 1990b. *Nuevos avances en la investigación social II.* 2º, 1998 ed. Barcelona: Proyecto a ediciones.
- Kant, Immanuel. 2003. *Crítica de la razón pura.* 1º ed. Buenos Aires, Argentina: Losada.
- Klimovsky, Gregorio. 1994. *Las desventuras del conocimiento científico. Una introducción a la epistemología.* 3º, 1997 ed. Buenos Aires, Argentina: A-Z editora.

- Lewin, Roger. 1995. *Complejidad. El caos como generador de orden*. 2º, 2002 ed. Barcelona, España: Tusquets.
- Maldonado, Carlos (editor). 1999. *Visiones sobre la Complejidad*. 2º, 2001 ed. Bogotá, Colombia: Ediciones El Bosque.
- Maldonado, Carlos (editor). 2007. *Complejidad: ciencia, pensamiento y aplicación*. Buenos Aires, Argentina: Universidad Externado de Colombia.
- Maldonado, Carlos Eduardo (comp.). 2005. *Complejidad de las ciencias y ciencias de la complejidad*. 1º ed, *Serie Pretextos*. Bogotá: Universidad Externado de Colombia.
- Maturana, Humberto; Varela, Francisco. 1972. *Autopoietic system*. Santiago de Chile: Facultad de Ciencias.
- Maturana, Humberto; Varela, Francisco. 1984. *El árbol del conocimiento. Las bases biológicas del entendimiento humano*. 1º, 2003 ed. Buenos Aires: Lumen. Editorial Universitaria.
- Maturana, Humberto; Varela, Francisco. 1990. Sistemas autopoieticos. In *Nuevos avances en la investigación social I*, edited by Jesús Ibáñez. Barcelona: Proyecto a ediciones.
- Maturana, Humberto; Varela, Francisco. 2003. *De máquinas y seres vivos: autopoiesis, la organización de lo vivo*. 1º ed. Buenos Aires, Argentina: Lumen.
- Monod, Jacques. 1970. *El Azar y la Necesidad. Ensayo sobre la filosofía natural de la biología moderna*. Edited by Metatemas. Libros para Pensar la Ciencia. 6ª, 2000 ed. Barcelona: Tusquets Editores.
- Morin, Edgar. 1977. *El Método I. La naturaleza de la naturaleza*. 1ª, 2001 ed. Madrid: Cátedra.
- Morin, Edgar. 1980. *El Método II. La vida de la vida*. 5ª, 2002 ed. Madrid: Cátedra.
- Morin, Edgar. 1982. *Ciencia con Conciencia*. 1ª, 1984 ed. Barcelona: Anthropos. Editorial del Hombre.
- Morin, Edgar. 1986. *El Método III. El conocimiento del conocimiento*. 4ª, 2002 ed. Madrid: Cátedra.
- Morin, Edgar. 1990. *Introducción al Pensamiento Complejo*. 4ª reimpresión, 2001 ed. Barcelona: Gedisa Editorial.
- Morin, Edgar. 1991. *El Método IV. Las ideas*. 2ª, 1998 ed. Madrid: Cátedra.
- Morin, Edgar. 1999a. *La cabeza bien puesta. Repensar la reforma. Reformar el pensamiento*. 1ª, 2ª reimpresión 2002 ed. Buenos Aires: Ediciones Nueva Visión.
- Morin, Edgar. 1999b. *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. 1ª, 2001 ed. Buenos Aires: Ediciones Nueva Visión.
- Morin, Edgar. 2001. *El Método V. La humanidad de la humanidad. La identidad humana*. 1ª, 2003 ed. Madrid: Cátedra.
- Morin, Edgar. 2002a. *El Método II, La vida de la vida*. Translated by Ana Sánchez. Edited by Colección Teorema. 5º ed. VI vols. Vol. II, *Serie mayor*. Madrid, España: Cátedra.
- Morin, Edgar. 2002b. *El Método III, El conocimiento del conocimiento*. Translated by Ana Sánchez. Edited by Colección Teorema. 4º ed. VI vols. Vol. III, *Serie Mayor*. Madrid, España: Cátedra.
- Morin, Edgar. 2004. *La Méthode VI. Éthique*. 1ª, 2004 ed. Paris: Éditions du Seuil.
- Morin, Edgar et al. 2003. *Educar en la era planetaria* 1ª, 2003 ed, *Colección Libertad y Cambio*. Barcelona: Gedisa Editorial.
- Naishtat, Francisco. 2006. Refocalización historiográfica y cambio de régimen de historicidad. La controversia de la representación del pasado y las catástrofes históricas contemporáneas. Buenos Aires.
- Navarro, Pablo. 1990. Tipos de sistemas reflexivos. In *Nuevos avances en la investigación social I*, edited by Jesús Ibáñez. Barcelona: Proyecto a ediciones.
- Nudler, Oscar. 2004. Hacia un modelo de cambio conceptual: espacios controversiales y refocalización. *Madrid, Revista de Filosofía* 29 (2).
- Papp, Desiderio; Estrella, Jorge. 1996. *Breve historia de las ciencias*. 1º ed. Buenos Aires, Argentina: Claridad.
- Popper, Karl. 2002. *Conocimiento objetivo. Un enfoque evolucionista*. 1º ed. Madrid, España: Tecnos.
- Prigogine, Ilya; Stengers, Isabelle. 1979. *La nueva alianza. Metamorfosis de la ciencia*. 1983 ed. Madrid: Alianza editorial.
- Putnam, Hilary. 2002. *El desplome de la dicotomía hecho-valor y otros ensayos*. 1º, 2004 ed. Barcelona, España: Paidós.
- Ricoeur, Paul. 1996. *Si mismo como otro*. 1º ed. México: Siglo XXI.
- Rodríguez Zoya, Leonardo. 2008. Complejidad e interdisciplina: desafíos metodológicos y educativos para las ciencias sociales. Paper read at PRE-ALAS, Foro N° 1: "Las Ciencias Sociales desde Latinoamérica: Nuevos Paradigmas y Metodologías de Investigación", at Corrientes, Argentina.
- Rouse, Joseph. 1987. *Knowledge and Power*. 1º, 1987 ed. New York, United States of America: Cornell University Press.

- Sotolongo, Pedro; Delgado Díaz, Carlos Jesus. 2006. *La revolución contemporánea del saber y la complejidad social. Hacia unas ciencias sociales de un nuevo tipo*. 1º ed, Campus Virtual. Buenos Aires: CLACSO Libros.
- Talanquer, Vicente. 1996. *Fractus, fracta, fractal, fractales, de laberintos y espejos*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Varela, Francisco. 1990. Historia de la reflexividad. In *Nuevos avances en la investigación social I*, edited by Jesús Ibáñez. Barcelona: Proyecto a ediciones.
- Velilla, Marco Antonio (Compilador). 2002. Manual de iniciación pedagógica al pensamiento complejo: Instituto Colombiano de Fomento de la Educación Superior - UNESCO.
- Weaver, Warren. 1948. Science and complexity. *American Scientist* (36):536.