

CONTRIBUCIONES DE LA HISTORIA DE LA CIENCIA CONTEMPORÁNEA A LA EMERGENCIA DEL PARADIGMA DE LA COMPLEJIDAD ¹

Por Leonardo G. Rodríguez Zoya²

UBA / CONICET / IIGG / CPC

leonardo.rzoya@gmail.com

RESUMEN

Durante la segunda mitad del siglo XX se ha ido conformando -en diferentes disciplinas como la física, la biología, y las ciencias sociales- un nuevo campo de investigación vinculado con el estudio de la complejidad. El artículo tiene como objetivo analizar algunas contribuciones de la historia de la ciencia contemporánea a la emergencia del paradigma de la complejidad; con la finalidad de plantear los desafíos e implicancias lógicas, ontológicas, epistemológicas, éticas y políticas de este nuevo enfoque.

Palabras clave: complejidad, historia de la ciencia, disyunción epistémica matricial, paradigma, incertidumbre, indeterminación, caos, evento, auto-organización

¹ Agradezco al profesor Dr. Alberto Marradi sus comentarios y observaciones críticas de la primera versión del manuscrito, presentado en el I Encuentro Latinoamericano de Metodología de las Ciencias Sociales el 10 de diciembre de 2008.

² 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

ABSTRACT

CONTRIBUTIONS OF THE HISTORY OF CONTEMPORARY SCIENCE TO THE MERGE OF THE COMPLEXITY PARADIGM

During the second half of twentieth century it appeared –in different disciplines such as physics, biology, social sciences- a new field of research connected with the study of complexity. The aim of this article is to analyze some contributions of the history of contemporary science to the emergence of complexity paradigm; with the purpose of pointing out the logical, ontological, epistemological, ethical and political challenges and consequences of this new approach.

Key words: complexity, history of science, epistemic matrix disjunction, paradigm, uncertainty, indetermination, chaos, event, self-organization

1. Introducción

Durante la segunda mitad del siglo XX se ha ido conformado un nuevo campo de investigación vinculado con el estudio de la complejidad, término que ha venido ganando terreno en el escenario postempirista de las ciencias. De este modo han cobrado relevancia nuevas líneas de investigación asociadas con la complejidad en diferentes campos y disciplinas como la física, la biología y las ciencias sociales.

Producto de este proceso es la aparición de diferentes expresiones tales como “ciencias de la complejidad”, “sistemas complejos”, “teoría de la complejidad” y “pensamiento complejo”, indicios de la constitución de un nuevo paradigma³ o campo epistémico plural al que podemos referirnos bajo la denominación de enfoques de la complejidad.

El objetivo de este artículo es analizar algunas contribuciones de diversas disciplinas y teorías a la emergencia del paradigma de la complejidad. Para alcanzar tal objetivo se utiliza la historia de la ciencia contemporánea como herramienta de análisis epistemológico. El análisis histórico-crítico de las teorías y conceptualizaciones científicas brinda el material empírico para dar cuenta del proceso sociogenético de construcción del conocimiento científico⁴ (García 2000b:26-85). La finalidad de este análisis es explorar los desafíos e implicancias lógicas, ontológicas, epistemológicas, éticas y políticas de este nuevo enfoque.

³ El concepto de paradigma es un término polisémico. Ha sido utilizado en el campo de la lingüística estructural por Sussure y Jakobson. En el ámbito de la filosofía de la ciencia anglosajona ha sido teorizado por Tomas S. Khun en la *Estructura de las revoluciones científicas*. Aquí utilizamos la noción de paradigma desarrollada por la teoría epistemológica de Edgar Morin, quien lo conceptualiza como un sistema organizativo que contiene “los conceptos fundamentales o las categorías rectoras de inteligibilidad al mismo tiempo que el tipo de relación lógicas de atracción / repulsión (conjunción, disyunción, implicación u otras) entre esos conceptos o categorías”. (Morin 1991:218). Sobre que tipo de conocimiento y teorización es posible realizar respecto a la complejidad, véase posteriormente la nota 18.

⁴ Este abordaje metodológico de la problemática epistemológica encuentra fundamentos en las investigaciones de epistemología genética formuladas por Jean Piaget y la Escuela de Ginebra. 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 elaborado 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 1997:37-38, 2000b:85). De aquí se sigue que los dos métodos fundamentales que sustentan 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:64, 96-114). Para un referencia al método histórico crítico en epistemología véase Piaget (1979a), específicamente pp. 96-106.

Una de las ideas centrales defendidas en este trabajo es que 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 teorización sobre la complejidad en diferentes regiones disciplinares de la ciencia contemporánea conlleva nuevas formas de concebir el pensamiento y la construcción del saber científico⁵.

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 teorías⁶. 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 explícito⁷.

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

⁵ El reconocimiento del problema de la complejidad en el corazón de la reflexividad y la práctica científica conlleva una profunda transformación de las ideas de verdad, racionalidad, objetividad y conocimiento, por consiguiente, como lo señala Delgado Díaz (2004) puede argumentarse que los ideales mismos de la ciencia están en un proceso de mutación.

⁶ Por citar algunas referencias pertinentes: la teoría de las catástrofes (René Thom), la teoría de las estructuras disipativas (Ilya Prigogine), la teoría de la autopoiesis (Humberto Maturana y Francisco Varela), la geometría fractal (Benoit Mandelbrot), etc.

⁷ A la luz de la idea de complejidad que estamos intentando bosquejar resulta pertinente realizar dos observaciones de importancia. Por un lado, resulta llamativo el poco o nulo interés que el problema de la complejidad ha suscitado en la filosofía de la ciencia occidental en el escenario postempirista. Las epistemologías de Popper, Kuhn, Lakatos, Feyerabend no lo abordan. Una observación de este hecho se encuentra en Morin (Morin 1990:34-35). Cilliers (2007) apunta que la complejidad en su vertiente matemática ha sido discutida en algunos ámbitos de la filosofía, pero que no ha sido objeto de reflexión en la filosofía social y de la cultura. Una segunda observación apunta a la escasa articulación entre los enfoques de la complejidad y las ciencias sociales en Argentina y buena parte de Latinoamérica. Este hecho se evidencia en la ausencia de dichos temas en los programas de educación superior. Sin lugar a dudas, aunque los temas abordados por los enfoques de la complejidad tienen una centralidad vital en el mundo contemporáneo, tales cuestiones no constituyen el mainstream en ninguna disciplina social. Algunas excepciones importantes lo constituye el trabajo de la Cátedra de la Complejidad de Cuba, coordinado por Pedro Sotolongo; la Universidad El Bosque en Colombia; y otros tantos grupos y equipos desconocidos en diversos países latinoamericanos.

Ilya Prigogine (1979) y la Escuela de Bruselas, Heinz von Foerster (1996; 1962), Henri Atlan (1986), Huberto Maturana, Francisco Verela (1972, 1984, 1990, 2003), Warren Weaver (1948), entre otros.

La segunda tradición abarca a pensadores que han recorrido una itinerancia epistémica a través de diferentes dominios en búsqueda de una articulación inter y transdisciplinaria de saberes. Edgar Morin (1977, 1980, 1986, 1991, 2001, 2004b) puede considerarse una figura emblemática de este campo. También autores de la talla de Rolando García (2000b, 2006), figura central de la epistemología constructivista y de la Escuela de Ginebra liderada por Jean Piaget.

Los enfoques de la complejidad son en buena medida desconocidos e ignorados en el ámbito de las ciencias sociales, sus aportes están ausentes del contenido curricular de las mismas y sus propuestas epistemológicas-metodológicas siguen siendo marginales en la cultura y los enfoques de la investigación social (González Casanova 2004). 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 estos enfoques no encuentran 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 (Morin 1998, 1999a).

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. Los enfoques de la complejidad plantean una nueva manera de la división del trabajo científico y replantean la relación entre la cultura general y la especialización. Así, la complejidad redefine el vínculo entre ciencia y filosofía, entre ciencias sociales y naturales, entre el conocimiento científico y el saber literario-artístico. En suma, la complejidad plantea la interdisciplina como un nuevo modo de producir conocimiento y organizarlo (González Casanova 2004; Maldonado 2003; Morin 1982).

Es en este contexto donde se inscribe la contribución 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.

Las tesis centrales que intento defender y argumentar en este trabajo son las siguientes:

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 moderna⁸.

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 óntico-epistemo-metodo-lógicos.

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.

⁸ Alexandre Koré en su bello y erudito trabajo titulado *Estudios galianos*, introduce una distinción entre el concepto de ciencia clásica y ciencia moderna. Utiliza el primer término para referirse a la física pre-cuántica, y reserva el segundo para los desarrollos científicos acontecidos en el siglo XX. Véase específicamente Capítulo 1, página 2, nota 3 en Koré (1966). Por otra parte, Ilya Prigogine en *La nueva alianza* titula la Parte I “El espejismo de lo universal: la ciencia clásica”. El primer capítulo de esta parte se denomina: “El proyecto de la ciencia moderna” para referirse a los orígenes de la ciencia occidental y la síntesis newtoniana. Parecería pues que en Prigogine los términos *clásico* y *moderno* operan, a diferencia de Koyré, como sinónimos para calificar el surgimiento de la ciencia occidental. Es en esta última línea y apartándonos de la distinción realizada por Koyré que nosotros empleamos el término ciencia clásica-moderna, para subrayar la continuidad de ciertos principios epistémicos en la matriz de pensamiento occidental. El término continuidad debe entenderse aquí en un sentido amplio, no expresando en absoluto un bloque monolítico e inmutable. Por otro lado, utilizamos el calificativo de *contemporánea* para hacer referencia a la ciencia del siglo XX. Sin embargo cabría apuntar que resulta lato e inexacto distinguir los términos *clásico*, *moderno* y *contemporáneo* solo por referencia a la periodicidad temporal. Bien por el contrario habría que insistir en la importancia que tiene la ciencia clásica en el desarrollo de la modernidad occidental y la constitución del sistema capitalista. Véase a continuación la enunciación de los supuestos en los que se enraízan nuestras afirmaciones.

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.

Considerando los enunciados precedentes, la estrategia argumentativa de este trabajo está organizada del siguiente modo. En la *Sección 2* se analizan algunos rasgos sobresalientes de la ciencia clásica. Se propone el concepto de *disyunción epistémica matricial* para dar cuenta de las estrategias cognitivas de la modernidad, con la finalidad de señalar los múltiples contrastes y diferencias entre los fundamentos de la ciencia clásica y los nuevos enfoques de la complejidad.

Posteriormente, en la *Sección 3* se indaga en la historia de la ciencia contemporánea para analizar diferentes teorías y conceptualizaciones que posibilitaron la emergencia del paradigma de la complejidad. Se realiza un breve análisis epistemológico de la mecánica cuántica y el principio de incertidumbre, el teorema de Gödel y la noción de incompletud, la resignificación de la noción de caos, el concepto de evento y de autoorganización en biología.

Los argumentos desarrollados en las secciones previas concernientes a los niveles lógico, ontológico y epistemológico; son continuados en la *Sección 4*, en donde se indaga en los desafíos e implicancias éticas y políticas del paradigma de la complejidad.

2. 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 observación⁹. Sendas actividades deben ser pensadas como procesos coexistentes, “el conocimiento se relaciona con el hecho de estar en un mundo que resulta inseparable de nuestro cuerpo, nuestro lenguaje y nuestra historia social” (Varela 1988:95).

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 lógico¹⁰.

⁹ Para un análisis de la noción de observador desde el campo de la biología perceptiva véase Maturana (1972) y Maturana y Varela (1984). Un tratamiento breve sobre el problema de la percepción y la observación en relación a los organismos vivos puede encontrarse en el capítulo de Humberto Maturana titulado “Todo lo dice un observador en Lovelock (1987:63-79).

¹⁰ El profesor Alberto Marradi me ha objetado con lucidez la continuidad que he establecido entre el pensamiento aristotélico y la ciencia moderna en lo que respecta a la noción de conocimiento como un sistema de enunciados (producto). En efecto, la emergencia y constitución socio-histórica de la ciencia clásica-moderna implica la crisis y sustitución de la concepción aristotélico-tomista por una nueva visión del mundo. Así es interpretado por Alexandre Koyré, quien señala que la revolución científica y filosófica de los siglos XVI y XVII conllevó la destrucción del cosmos (sustitución del mundo como un todo finito, cerrado y jerárquico; por uno indefinido o infinito) y la gemetrización del espacio (la sustitución de la concepción aristotélica de espacio por la geometría euclidiana) (Koyré 1957:1-8). La física aristotélica es una física no matemática cuya pregunta conductora central es *qué es el movimiento*. La física galileana, y con ella la ciencia clásica-moderna, se basa fundamentalmente en el empleo del lenguaje matemático para interrogar a la naturaleza (Koyré 1966:3). La física clásica postgalileana deja de interrogarse en términos de sustancias (*ousía*) con atributos fijos, para comenzar a pensar en términos de relaciones; su pregunta conductora no es ya qué es el movimiento, sino más bien *cómo es posible el movimiento*. El concepto de pregunta conductora lo tomamos de la teoría de los sistemas complejos formulada por Rolando García (2006). La explicación del cambio científico en términos de una modificación en el tipo de interrogantes planteados es sugerida por Piaget y García en *Piscogénesis e historia de la ciencia* (1982b), allí caracterizan la “revolución científica como un cambio de marco epistémico”.

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)¹¹ y el mundo del observador (contexto socio-histórico de observación)¹², 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:

Así la crisis y reemplazo de la concepción aristotélica del mundo debe ser vista a través del proceso trinitario que une la hipótesis heliocéntrica copernicana, la fundamentación experimental y matemática galileana, la sistematización teórica kepleriana; y por último, la síntesis final de Newton.

Sin embargo será Descartes quien “presenta por primera vez un sistema comprensivo de interpretación de la naturaleza capaz de reemplazar al sistema aristotélico” (García 1997:32).

En efecto, entre Aristóteles y la ciencia clásica hay una brecha epistemológica, ontológica y metodológica abismal. Ambas tradiciones difieren en sus ideas y supuestos acerca de la naturaleza de la realidad, en los métodos utilizados para abordarla y en su concepción de ciencia y conocimiento científico. Por consiguiente, el rol de la teoría en relación a la organización del conocimiento, y los criterios de validez requeridos para aceptarlas no pueden ser sino distintos.

El lazo epistémico entre Aristóteles y los modernos está quebrado, parece haber solo distancia, separación y diferencia entre uno y otro.

Sin embargo, a pesar de la fuerte ruptura y discontinuidad entre la cosmovisión aristotélica y la moderna es posible encontrar puntos de contacto y continuidad. Nuestra tesis afirma que en términos epistemológicos tanto Aristóteles como la ciencia clásica tienden a concebir el conocimiento como un producto, como un estado; más que como una actividad o un proceso.

En síntesis, el concepto de teoría (su organización, los métodos que permiten su elaboración, los procedimientos de validación, su relación con la ciencia y su vinculación con el conocimiento científico) puede ser diferente en la epistemología aristotélica y en la de la ciencia moderna; sin embargo, aunque diferentes esto no niega que para ambas tradiciones de pensamiento la teoría tenga un rol central en la ciencia, ni mucho menos invalida que sendas tradiciones den primacía a una noción de saber entendida como producto o resultado que puede ser organizado, presentado y almacenado en teorías.

Como contra cara de este hecho vale la pena enfatizar que ni para la epistemología aristotélica ni para la ciencia clásica, el conocimiento es abordado desde la perspectiva del proceso de producción, ninguno afirma que el conocimiento es una actividad constructiva. En definitiva la cuestión sobre la sociogénesis de los conocimientos está ausente en ambos. Ya que ninguna de las dos tradiciones problematiza y se interroga por el contexto socio-histórico de la praxis científica como actividad cognitiva.

Como señalamos más arriba, esta primacía del saber producto alcanza su paroxismo epistémico con el positivismo lógico y la disyunción entre los conceptos de descubrimientos y justificación propuesta por Hans Reichenbach en *Experiencia y predicción*.

¹¹ La noción de sujeto es un concepto complejo. Puede rastrearse en múltiples teorizaciones filosóficas y científicas. El sujeto es la figura central en la filosofía cartesiana, quién por primera vez “afirma la existencia de un sujeto cognoscente no ya de un sujeto contemplativo, es decir pasivo” (Piaget 1979a:27). Posteriormente, la revolución copernicana en filosofía que realiza Kant recentra el papel del sujeto en la generación del conocimiento. En el campo de las ciencias de la vida, la noción de sujeto se vio diseccionada por la primacía del modelo analítico / atómico: el objeto de estudio fue el organismo, los sistemas de órganos, la célula. Los desarrollos de la nueva biología de la percepción permiten reformular una noción de sujeto viviente, la cual es retomada y complejizada por la teoría de la auto-eco-organización de Morin (2002a). En la actualidad, la filosofía postestructuralista (Laclau, Žižek, etc.) centra su foco discursivo en el problema del sujeto.

¹² 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*¹³ 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.

2.1. Fundamentación epistemológica del concepto

El término disyunción proviene del latín *disiunctio* que significa desunión. Según el Diccionario de la Real Academia Española disyunción hace referencia a la acción y efecto de separar y desunir. En lógica la disyunción es un tipo de conectiva. A su vez se distingue entre dos subtipos: a.) La disyunción inclusiva simbolizado por v : $p \vee q$ (se lee p o q – o ambas-), por ejemplo “Juan lee o habla”. Y b.) La disyunción exclusiva, que se simboliza con \leftrightarrow : $p \leftrightarrow q$ (se lee O p o q –pero no ambos-), por ejemplo “O Juan lee o habla”.

¹³ El profesor Alberto Marradi ha criticado la utilización del adjetivo “matricial”, según su opinión es “fuertemente e inútilmente polívoco” (Comunicación electrónica personal, 22 de diciembre de 2008). Tal observación exige pues indagar en la significación y etimología del término matriz, con la finalidad de juzgar su validez y pertinencia en relación con los otros dos términos del constructo “disyunción epistémica matricial”.

Agradecemos al profesor su observación crítica, lo que ha permitido profundizar nuestra reflexión y desarrollar nuevos argumentos que no se encontraban en la primera versión de este trabajo y que exponemos en los párrafos siguientes bajo el título: *fundamentación epistemológica del concepto*.

Para enunciarlo brevemente, la disyunción es un principio lógico que forma parte de la estructura cognitiva de un sujeto. Por consiguiente la disyunción tiene valor epistémico en la medida en que es una operación que condiciona el proceso de construcción y adquisición de conocimiento. Al mismo tiempo, la génesis y formación de las operaciones lógicas pueden ser analizadas desde dos dimensiones, una psicogenética vinculada al desarrollo de la inteligencia individual; la otra, sociogenética, vinculada a los condicionamientos sociales, culturales e históricos que influyen en la formación y organización de los conocimientos. El calificativo de matriz lo utilizamos aquí para dar cuenta de la sociogénesis de las operaciones lógicas que adquiere un sujeto a través de la cultura, la educación y la socialización.

Edgar Morin afirma que fue Descartes quien formuló el “gran paradigma de occidente” y generalizó la disyunción como una relación lógica fundamental (Morin 1991:226-233). La epistemología compleja moriniana sostiene que la ciencia clásica occidental ha generalizado y universalizado el paradigma de la simplificación, en cuyo seno priman los principios de disyunción, reducción y abstracción (Morin 1990:29).

Adicionalmente, es preciso enfatizar que los principios lógicos no pueden ser entendidos exclusivamente como categorías de la teoría lógica, ni tampoco es posible postular que tales principios existen independiente de las prácticas del sujeto cognoscente. Los principios lógicos deben entenderse también como principios de pensamiento. Esto no significa confundir lógica y psicología, ni reducir una a la otra, por el contrario “tanto el psicologismo en la lógica, como el logicismo en psicología son inaceptables” (García 1997:46). Más bien, de lo que se trata es de concebir las operaciones cognitivas como operaciones lógicas a través de las cuales el sujeto estructura la cognoscibilidad de lo real. Este hecho conduce a la problematización de la génesis, emergencia y organización de las estructuras cognitivas y los modos de pensamiento del sujeto. La epistemología genética ha demostrado empíricamente que la formación de las estructuras lógico-matemáticas se ubican en un momento anterior al uso del lenguaje, más precisamente en la coordinación de acciones¹⁴ (Piaget 1979a:88). Al enfatizar la relación entre las operaciones lógicas y la praxis del sujeto estamos poniendo de manifiesto la dimensión psicogenética de la lógica; es decir, el proceso a través del cual el sujeto construye instrumentos (estructuras) que le permiten organizar (estructurar) el mundo de la experiencia; sólo por medio de sus estructuras cognoscitivas puede estructurar la inteligibilidad del mundo fenoménico (García 2000b:59).

¹⁴ El problema del origen de las estructuras lógicas ha sido abordado por la Escuela de Ginebra liderada por Jean Piaget. En relación a la construcción de la lógica, Rolando García señala: “La lógica comienza con relaciones e inferencias elementales que se establecen ya en el nivel sensorio-motor, y que se prolongan en las acciones más generales que se pueden ejercer sobre los objetos: juntarlos, agruparlos y ordenarlos” (García 1997:47). Esto quiere decir que la lógica no se genera a partir de los objetos, sino que su génesis proviene de las acciones del sujeto sobre el objeto. La interacción entre el sujeto y el objeto le permite al primero estructurar sus acciones en esquemas, con los cuales puede asimilar la información del mundo exterior. Pero al mismo tiempo, la interacción con los objetos, lleva a un proceso de acomodación por medio del cual se redefinen los esquemas de acción en virtud de nuevas propiedades de los objetos. La dialéctica asimilación – acomodación permite la modificación y construcción de nuevos esquemas de acción. En la medida en que el sujeto coordina y estructura sus acciones en esquemas, puede luego coordinar y estructurar sus conceptualizaciones sobre los objetos y sobre la acción. Este proceso se culmina en las fases más avanzadas de desarrollo en la formación de las estructuras lógicas y lógico-matemáticas (García 2000b).

En base al razonamiento desarrollado anteriormente, resulta conveniente distinguir entre dos usos del concepto de *disyunción*. Uno se refiere al campo de la lógica, el otro comprende los procesos de pensamiento. El concepto de disyunción₁ es un concepto lógico, se refiere a la disyunción en tanto una conectiva lógica específica simbolizada por “V”. El concepto de disyunción₂ es un concepto epistémico, se refiere a la disyunción como principio de pensamiento.

Asimismo, junto con la dimensión psicogenética de las estructuras lógicas, es posible concebir e interrogarse sobre la dimensión socio-histórica de las operaciones de pensamiento: ¿en qué medida una cultura y una sociedad condicionan el entendimiento humano? O en términos más específicos, cómo dichas condiciones influyen y limitan el tipo de interrogantes y las estrategias de indagación que los sujetos establecen en su relación cognoscitiva con el mundo. Esta segunda dimensión, que podemos denominar sociogenética, permite problematizar lo que Morin ha llamado la ecología del conocimiento y las condiciones sociales-culturales-históricas de su formación y organización.

Para dar cuenta de la dimensión cultural de las operaciones lógicas en la estructuración del pensamiento individual, empleamos el concepto de matriz, el cual proviene del latín *matrix*, que significa madre. El vocablo ha sido introducido en anatomía para dar cuenta del “órgano de la hembra” y luego se ha extendido a otras áreas científicas. En un sentido más amplio el Diccionario de la Real Academia Española señala que el término matriz se refiere al molde con el que se da forma a alguna cosa, y también para dar cuenta de aquello que es principio u origen, es decir la entidad principal generadora de otras.

Por consiguiente es posible concebir el concepto matriz como una noción dialógica¹⁵ en la cual convergen de manera complementaria y antagonista lo reproductivo y lo generativo. Por un lado la matriz es aquello que transfiere una forma preexistente; por el

¹⁵ El concepto de dialógica es, junto a la noción de bucle recursivo y hologramática, uno de los principios epistémicos del pensamiento complejo desarrollado y teorizado por Edgar Morin. La dialógica significa la unión complementaria, antagonista y concurrente de dos lógicas que se atraen al tiempo que se repelen; ambas indispensables para la explicación de un fenómeno complejo. Cf Morin (1990:105-110, 2002b:109-110).

otro, la matriz es una instancia que moldea y condiciona la forma pero no la determina. Visualizamos una tensión entre ambos aspectos: La creación de lo idéntico a sí mismo (transmisión de forma), y la emergencia de la novedad, de una forma nueva (morfogénesis).

El concepto de matriz integra en sí una unidad compleja entre lo reproductivo y lo generativo, entre la repetición de lo idéntico y la creación de la novedad. Al atribuir el calificativo de matricial al concepto de disyunción epistémica estamos significando fundamentalmente dos cosas: En primer lugar, nos permite mostrar que la operación de disyunción condiciona y estructura una cierta comprensión de los fenómenos y objetos. La disyunción establece una separación y desunión entre lo que está unido, por ejemplo la oposición cultural / naturaleza, ciencia / filosofía. Pero también es posible pensar en la disyunción entre campos de saber y disciplinas incomunicadas.

En segundo lugar, el término matricial permite señalar que la operación de disyunción no es en modo alguno una creación del sujeto individual aislado; bien por el contrario, la primacía de ciertos principios de pensamiento en lugar de otros está influenciada por los paradigmas sociales y epistémicos dominantes en una sociedad y cultura específica. El pensamiento y la estructura cognitiva es un atributo del sujeto individual, pero al mismo tiempo dichas estructuras cognitivas no pueden sino organizarse en relación al contexto social y cultural en dónde se desarrolla y vive el individuo. La cultura es una matriz en dónde se forma y moldea el pensamiento individual. La sociedad deja una marca cultural en el individuo a través de las múltiples vías de socialización¹⁶.

En este sentido cabe apuntar que Jean Piaget y Rolando García, en su obra *Piscogénesis e historia de la ciencia* (1982a), acuñaron el concepto de marco epistémico para dar cuenta de las relaciones entre ciencia e ideología. Los factores socio-políticos, religiosos y filosóficos, y la concepción del mundo y de la sociedad resultantes de los mismos, influyen en la constitución de un marco epistémico; el cual condiciona aunque no

¹⁶ Entre estas vías cabe destacar el rol que juegan las instituciones educativas y los condicionamientos que imponen al desarrollo de la inteligencia y del pensamiento. En otro trabajo hemos propuesto el concepto de *imprinting cognitivo* para dar cuenta de la relación entre el desarrollo de las estructuras cognitivas de un sujeto y la experiencia de éste en una institución educativa y en el aula. Cf. Rodríguez Zoya (Rodríguez Zoya 2008b; Salinas Martínez 2006).

determina el tipo de ciencia, sus conceptualizaciones e interrogantes fundamentales, imperantes en una sociedad en un tiempo dado (García 2000a).

Por otra parte, en la elaboración de una epistemología compleja Edgar Morin ha construido una significación específica del multívoco término paradigma que se vincula con la noción de marco epistémico propuesta por Piaget y Gracia. Al respecto dice Morin:

“Un paradigma contiene, para cualquier discurso que se efectuó bajo su imperio, los conceptos fundamentales o las categorías rectoras de inteligibilidad al mismo tiempo que el tipo de relaciones lógicas de atracción /repulsión entre esos conceptos o categorías.

De este modo, los individuos conocen, piensan y actúan en conformidad con paradigmas culturalmente inscritos en ellos. Los sistemas de ideas están radicalmente organizados en virtud de los paradigmas” (Morin 1991:218).

En síntesis, el carácter generativo y formativo (matricial) de la disyunción epistémica permite subrayar la influencia y los condicionamientos que el contexto social impone a las operaciones de pensamiento, al desarrollo del sistema cognoscitivo individual y a los modos de organización de los conocimientos.

2.2. Las disyunciones epistémicas y la ciencia clásica-moderna

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 ilegitimado. 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. Para que una controversia se manifieste se 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

movilicen 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 complejidad –como cuestión epistemológica, lógica y ontológica– 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.

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

3.1 La mecánica cuántica y el principio de incertidumbre

Hasta comienzos del siglo XX la física clásica consideraba la 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 aristotélica¹⁷.

El núcleo del pensamiento lógico-clásico¹⁸ 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

¹⁷ Para una aproximación sintética a los postulados centrales de la lógica aristotélica véase Guthrie (1993:148-182).

¹⁸ Para una contextualización histórica de la lógica clásica remitimos al Tratado de lógica y conocimiento científico dirigido por Jean Piaget, específicamente el tomo II está dedicado a la problemática lógica. El lector interesado podrá encontrar allí una historia de la lógica, y un abordaje sistemático y sintético a la lógica clásica, la lógica de clases, de proposiciones, de predicados y modales. Véase Piaget (1979b). También remitimos al manual de Cohen y Nagel (1968).

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 constitutivo 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, el cual 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 observado¹⁹. 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 2008a). 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 cognoscente²⁰.

3.2 El teorema de Gödel y el problema de la incompletud

El problema que debemos considerar a continuación consiste en saber cuáles son las condiciones de posibilidad para establecer de un modo concluyente la verdad de un

¹⁹ Al respecto dice Serge Moscovici al referirse a la ciencia clásica: “*Conocer, es separar. Es tarea de la ciencia eliminar estas perturbaciones y penetrar más allá de ellas hasta llegar a la realidad objetiva inalterable*”. (Moscovici 1988:124). Y parafraseando a Rorty podemos decir también que conocer es reflejar (metáfora especular de la objetividad). Al hacer referencia a la mecánica cuántica, Moscovici enuncia el dictum: “*Conocer, es perturbar*”, y agrega: “*Según la mecánica cuántica, nosotros formamos parte de este mundo completo. Lo observamos y al observarlo lo cambiamos cada vez*”. (Moscovici 1988:128).

²⁰ 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.

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 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 conocimiento²¹. En términos de Von Foerster, 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 *cógitio* basándose en la duda hiperbólica. Al dudar de sí mismo encuentra en ese hecho la prueba de su existencia. Sin embargo, el *cógitio* cartesiano duda de todo, menos del sentido del lenguaje²². El pensamiento se erige como fundamento último del ser, el “Yo” del *cógitio* 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 *cógitio* 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.

3.3 La resignificación del caos

Otra astucia²³ de la arquitectura epistémica de la modernidad fue la disyunción orden / caos, ambas nociones no podían ser sino opuestas e irreconciliables. El pensamiento

²¹ Según nuestra opinión el proyecto de más largo alcance lo constituye la epistemología genética de Jean Piaget y su revisión más actual por Rolando García en la Teoría de los sistemas complejos (García 2006).

²² 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.

²³ 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).

racional debía encargarse de descubrir el orden objetivo del mundo, de la naturaleza, de la sociedad. Así, la sociología nace como un proyecto conservador²⁴ 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 capacidad generativa y creativa. No se trata simplemente reemplazar orden por caos, y erigir 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 un concepto complejizado. 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 antrosocial.

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). Sin embargo, es una expresión inexacta que abarca a un conjunto de teorías con fundamento matemático como la geometría fractal²⁵ (Benoit Mandelbrot), la teoría de las catástrofes (René Thom) y en general el

²⁴ 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.

²⁵ Para una introducción véase Talanquer (1996). Se encuentra disponible versión online en: <http://www.pensamientocomplejo.com.ar/documento.asp?Estado=VerFicha&IdDocumento=137>

estudio de sistemas complejos no-lineales modelizados a través de ecuaciones diferenciales²⁶.

Junto a la teoría del caos aparece también la expresión de “ciencias de la complejidad”²⁷ 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 corriente²⁸, 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 concepciones 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 primera 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 concepción, apunta sobre todo al campo de la geometría fractal y a la posibilidad de determinar y descubrir un orden dentro de situaciones caóticas.

²⁶ Una revisión sintética crítica en esta misma línea se encuentra en Morin (2003), véase pp. 55-64.

²⁷ 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 (Maldonado 1999, 2007; Maldonado 2005).

²⁸ 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.

3.4 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.

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 2007). 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 se vincula con las condiciones de posibilidad y límites del conocimiento humano (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 evento²⁹ 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

²⁹ 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.

problema metodológico, es decir de qué modo es posible abordar el estudio del objeto-evento.

Sugerimos la siguiente reflexión. Dado 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 estructura, entonces $SO_{T_2} = \text{¿?}$ ¡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 descripta anteriormente:

$$S = SO_{T_1}$$

$$E(SO_{T_1}) \Rightarrow SO_{T_2} = SO_{T_1} \text{ o } SO_{T_2} = \text{¿?}$$

Otro concepto fundamental que emergió en la historia de la ciencia contemporánea es el término 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 ya había emergido con Von Neuman quien estableció una distinción entre sistemas artificiales y vivientes. La diferencia entre ambos 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. Gracias a la teoría de la autopoiesis podemos pensar en un concepto 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 complejos, 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 *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”.

4. Implicancias y desafíos éticos y políticos del paradigma de la complejidad

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 científico.

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 aquélla 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 tesis es que la complejidad debe ser pensada en términos paradigmáticos y que por lo tanto conlleva desafíos e implicancias éticas, educativas y políticas (Morin 2004a).

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 / noumeno; al hacerlo, separa el ámbito del conocimiento científico (los fenómenos), del mundo nouménico 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.

El positivismo lógico introdujo un criterio de significatividad cognitiva a través de la división de los juicios en tres categorías: sintéticos, analíticos y carentes de valor cognitivo. Los juicios sintéticos son proposiciones con contenido fáctico que pueden ser contrastadas con la experiencia y, por consiguiente, verificadas o falsadas a partir de ella. Los juicios analíticos son enunciados cuyo valor de verdad se deduce a partir de reglas lógicas. En último lugar, todos los juicios estéticos, éticos y metafísicos, son para los positivistas lógicos, carentes de valor cognitivo (Putnam 2002:24). Aparece así una asimilación lineal entre lo fáctico, lo racional y lo cognoscible.

La dicotomía entre juicios de hecho y juicio de valor permite instituir un principio límite de exclusión entre dos tipos de discurso; por un lado, un discurso descriptivo sobre los hechos objetivos del mundo, por otro, un discurso normativo y prescriptivo sobre el deber ser. Ambos no pueden sino excluirse y pertenecer a dos mundos diferentes y autónomos. De un lado, la realidad es independientemente de cómo la juzguemos. Del otro lado, nuestras decisiones éticas dependen de valores y preferencias (Kincaid 2007).

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 ideológicos³⁰. Al separar y desunir el contexto de descubrimiento del de justificación y aplicación³¹, la ciencia resguarda y protege su aparente virginidad epistémica bajo el esencialismo absoluto de los valores cognitivos de objetividad, universalismo y neutralidad valorativa.

³⁰ 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.

³¹ Para un abordaje breve de la noción de contextos, véase Klimovsky (1994).

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 inconsciente y humanamente peligrosa (Harding 2006).

En un nivel de análisis histórico – crítico podemos afirmar que la emergencia y problematización de la complejidad nos muestra desde el terreno de la ciencia misma, la crisis y resquebrajamiento del andamiaje epistémico de la ciencia clásica. Por otro lado, desde un nivel socio-histórico podemos señalar que 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.

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 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 un proceso que comienza con la acción del sujeto en interacción el objeto (García 1997; Piaget 1978). 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 (Olivé 2007). 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 (Rouse 1987).

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, b).

La emergencia de un principio de complejidad en la construcción del conocimiento, deviene también un problema educativo (Thompson Klein 2004). 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 a través de la unidad de la ciencia. Es posible afirmar que la idea de una ciencia unificada tenía una doble significación: epistémica y política. Por un lado, la unidad de la ciencia requería una unidad del lenguaje para eliminar la metafísica –fin epistémico-. Por otro, la *unidad del lenguaje* era condición de posibilidad para una *unidad de la comunicación* entre los científicos con miras a lograr una *unidad de la acción* con fines políticos –fin no epistémico- (Gómez 2008a, b). La ciencia debía colaborar con la creación de una sociedad de un nuevo tipo sirviendo a la organización de una sociedad más justa. El progreso del conocimiento científico fundamentado en los principios positivistas lógicos permitiría elaborar un conocimiento racional que sirva como guía a la estructuración de la vida social y económica. Más aún, en el Manifiesto se expresa una confianza descomunal al rol que las masas trabajadoras habrían de jugar en esa reestructuración, ya que éstas están cada vez más inclinadas hacia una concepción empirista apegada a lo terrenal y rechazan, por lo tanto, las doctrinas metafísicas y teologizantes (Hahn 2002:123). Resulta llamativa que esta lectura del contexto sociopolítico haya tenido lugar tan sólo unos años antes del advenimiento de Adolf Hitler al poder. En suma, vida y conocimiento constituyen una unidad en el humanismo científico del Círculo de Viena. La unidad de la ciencia es prerrequisito para vertebrar un programa de acción social (Esteban 2003). La ciencia está supeditada a un fin humano supremo: el mejoramiento de la vida humana a escala planetaria. La concepción científica del mundo “penetra en creciente medida en las formas de vida pública y privada [...] *sirve a la vida y la vida la acoge*” (Hahn 2002:124). El conjunto de razones enunciadas permite mostrar que, el manifiesto del Círculo de Viena entrañaba 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.

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.
- CILLIERS, Paul. 2007. *Thinking Complexity*. 1º ed. Mansfield, Estados Unidos: ISCE Publishing.
- COHEN, Morris; Nagel, Ernest. 1968. *Introducción a la lógica y al método científico*. 2º, 1971 ed. 2 vols. Vol. 1. Buenos Aires: Amorrortu.
- DELGADO DÍAZ, Carlos. 2004. The political significance of small things. *Emergence: Complexity and Organization* 6 (Special Double Issue. Nos. 1-2):49-54.
- ESTEBAN, Miguel J. 2003. *La unificación de la ciencia como acción social: Otto Neurath y John Dewey*
- ÉNDOXA, Series Filosóficas, UNED, Madrid 17:227-249.
- FOERSTER, Heinz Von. 1996. *Las semillas de la cibernética*. 1996, 2º ed, Colección terapia familiar. Barcelona: Gedisa editorial.
- FOERSTER, Heinz Von 1962. *Principles of Self-organization*. New York: Pergamon Press.
- GARCÍA, Rolando. 1997. *La epistemología genética y la ciencia contemporánea*. 1º ed. Barcelona, España: Gedisa.

- GARCÍA, Rolando. 2000a. Capítulo 6: "Sociogénesis del conocimiento científico". En El conocimiento en construcción. De las formulaciones de Jean Piaget a la teoría de los sistemas complejos, editado por Rolando García. Barcelona: Gedisa Editorial. Pag: 153-177.
- GARCÍA, Rolando. 2000b. 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.
- GÓMEZ, Ricardo. 2008a. Lenguaje y elección de teorías: contra la historia oficial. Los Ángeles: California State University.
- GÓMEZ, Ricardo. 2008b. Otto Neurath: Lenguaje, ciencia y valores. La incidencia de lo político. Los Ángeles: California State University.
- 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. Translated by Alberto Medina González. 1º ed. Vol. VI. Madrid: Gredos.
- HAHN, Hans, Neurath, Otto; Carnap, Rudolf. 2002. La concepción científica del mundo: el Círculo de Viena. REDES 9 (18 -junio de 2002-):103-149.
- 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.
- KINCAID, Harold; Dupré, John; Wylie, Alison. 2007. Value-Free Science? Ideals and Illusions. 1º ed. New York, United States of America: Oxford University Press.
- KLIMOVSKY, Gregorio. 1994. Las desventuras del conocimiento científico. Una introducción a la epistemología. 3º, 1997 ed. Buenos Aires, Argentina: A-Z editora.

- KOYRÉ, Alexandre. 1957. Del mundo cerrado al universo infinito. 1999, 11° ed. Madrid, España: Siglo XXI.
- KOYRÉ, Alexandre. 1966. Estudios galileanos. 2005, 9° ed. México: Siglo XXI.
- LEWIN, Roger. 1995. Complejidad. El caos como generador de orden. 2°, 2002 ed. Barcelona, España: Tusquets.
- LOVELOCK, J.; Bateson, G.; Margulis, L.; Atlan, H.; Varela F.; Maturana H.; et al. 1987. GAIA. Implicaciones de la nueva biología. 3ª, 1995 ed. Barcelona: Editorial Kairós.
- MALDONADO, Carlos. 2003. Marco teórico del trabajo en ciencias de la complejidad y siete tesis sobre complejidad. Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia. Universidad El Bosque, Bogotá, Colombia 4 (8-9):139-154.
- MALDONADO, Carlos (editor). 1999. Visiones sobre la Complejidad. 2°, 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. 1° 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. 1°, 2003 ed. Buenos Aires: Lumen. Editorial Universitaria.
- MATURANA, Humberto; Varela, Francisco. 1990. Sistemas autopoieticos. En Nuevos avances en la investigación social I, editado por Jesús Ibáñez. Barcelona: Proyecto a ediciones. Pag: 154-159.
- MATURANA, Humberto; Varela, Francisco. 2003. De máquinas y seres vivos: autopoiesis, la organización de lo vivo. 1° ed. Buenos Aires, Argentina: Lumen.
- MONOD, Jacques. 1970. El Azar y la Necesidad. Ensayo sobre la filosofía natural de la biología moderna. 2000, 6ª 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*. 2001, 4ª reimpresión, 1º ed. Barcelona: Gedisa Editorial.
- MORIN, Edgar. 1991. *El Método IV. Las ideas*. 2ª, 1998 ed. Madrid: Cátedra.
- MORIN, Edgar. 1998. *Articular los saberes ¿Qué saberes enseñar en las escuelas?* 2007, 2º ed. Buenos Aires, Argentina: Ediciones Universidad del Salvador.
- 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*. 2003, 1ª 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. 2008. *Complejidad restringida, complejidad general* Biblioteca Virtual Participativa de la Complejidad, 2004a [cited 19-11 2008]. Available from <http://www.pensamientocomplejo.com.ar/documento.asp?Estado=VerFicha&IdDocumento=237>.
- MORIN, Edgar. 2004b. *La Méthode VI. Éthique*. 1ª, 2004 ed. Paris: Éditions du Seuil.
- MORIN, Edgar et al. 2003. *Educación en la era planetaria* 1ª, 2003 ed, Colección Libertad y Cambio. Barcelona: Gedisa Editorial.
- MOSCOVICI, Serge. 1988. *La historia humana de la naturaleza*. En Ilya Prigogine: *El tiempo y el devenir*, editado por Félix Guattari Ilya Prigogine, Jacques Lesourne, Mony Elkaïm, Serge Moscovici y otros. Barcelona, España: Gedisa. Pag: 121-154.

- 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. En Nuevos avances en la investigación social I, editado por Jesús Ibáñez. Barcelona: Proyecto a ediciones. Pag: 87-95.
- NUDLER, Oscar. 2004. Hacia un modelo de cambio conceptual: espacios controversiales y refocalización. Madrid, Revista de Filosofía 29 (2).
- OLIVÉ, León. 2007. La ciencia y la tecnología en la sociedad del conocimiento. Ética, política y epistemología. 2008, Primera reimpresión, 1º ed. México: Fondo de Cultura Económica.
- PAPP, Desiderio; Estrella, Jorge. 1996. Breve historia de las ciencias. 1º ed. Buenos Aires, Argentina: Claridad.
- 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. I. Naturaleza y métodos de la epistemología. 1º ed. VII vols. Vol. I. Buenos Aires, Argentina: Paidós.
- PIAGET, Jean; García, Rolando. 1982a. Capítulo IX: "Ciencia, psicogénesis e ideología". En Psicogénesis e historia de la ciencia, editado por Jean; García Piaget, Rolando. DF, México: Siglo XXI editores. Pag: 227-245.
- PIAGET, Jean; García, Rolando. 1982b. Psicogénesis e historia de la ciencia. 11º, 2008 ed. DF, México: Siglo XXI editores.
- PIAGET, Jean; Grize, Jean-Balise; Apostel, Léo; Ladrière, Jean y Dubarle, Dominique. 1979b. Tratado de lógica y conocimiento científico. II. Lógica. 1º ed. VII vols. Vol. II. Buenos Aires, Argentina: Paidós.
- 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.

- RODRIGUEZ ZOYA, Leonardo. 2007. El vínculo ético entre la buena economía y el buen vivir de la polis. En Ecos del pensamiento político clásico, editado por Miguel Ángel Rossi. Buenos Aires: Prometeo Libros. Pag.
- RODRÍGUEZ ZOYA, Leonardo. 2008a. 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.
- RODRÍGUEZ ZOYA, Leonardo. 2008b. Desafíos pedagógicos de la enseñanza de metodología de la investigación: hacia una reconceptualización antropológica del sujeto de aprendizaje. Paper read at I Encuentro Latinoamericano de Metodología de las Ciencias Sociales 10-12 de diciembre de 2008, at La Plata, Buenos Aires, Argentina.
- ROUSE, Joseph. 1987. Knowledge and Power. 1º, 1987 ed. New York, United States of America: Cornell University Press.
- SALINAS MARTÍNEZ, Yamil; Rodríguez Zoya, Leonardo. 2006. Nuevos sentidos para la política y la educación en América Latina: una mirada desde el pensamiento complejo. Revista Científica de la Universidad de Ciencias Empresariales y Sociales X (2):124-144.
- 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.
- THOMPSON KLEIN, Julie. 2004. Interdisciplinarity and complexity: An evolving relationship. Emergence: Complexity and Organization 6 (Special Double Issue. Nos. 1-2):2-10.
- VARELA, Francisco. 1990. Historia de la reflexividad. En Nuevos avances en la investigación social I, editado por Jesús Ibáñez. Barcelona: Proyecto a ediciones. Pag: 96-107.
- VARELA, Francisco J. 1988. Conocer. Las ciencias cognitivas: tendencias y perspectivas. Cartografía de las ideas actuales. 3º reimpresión, 2002 ed, Serie Menor. Colección el mamífero parlante. Barcelona: Gedisa editorial.

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.

Para citar este artículo:

Rodríguez Zoya, Leonardo G. (24-09-2010).CONTRIBUCIONES DE LA HISTORIA DE LA CIENCIA CONTEMPORÁNEA A LA EMERGENCIA DEL PARADIGMA DE LA COMPLEJIDAD. HOLOGRAMATICA - Facultad de Ciencias Sociales UNLZ
Año VII, Número 13, V3, pp.63-100
ISSN 1668-5024
URL del Documento : cienciared.com.ar/ra/doc.php?n=1339
URL de la Revista : cienciared.com.ar/ra/revista.php?wid=3