

EPISTEMOLOGÍA E HISTORIA DE LA CIENCIA

SELECCIÓN DE TRABAJOS DE LAS XIX JORNADAS

VOLUMEN 15 (2009)

Diego Letzen
Penélope Lodeyro

Editores



ÁREA LOGICO-EPISTEMOLÓGICA DE LA ESCUELA DE FILOSOFÍA
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE FILOSOFÍA Y HUMANIDADES
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons atribución NoComercial-SinDerivadas 2.5 Argentina



Consideraciones epistemológicas sobre la Teoría de Sistemas Complejos: La propuesta de Rolando García

Mercedes Vargas e Irene Audisio† ‡*

En el presente trabajo abordaremos la cuestión de los alcances de una definición de complejidad. Nos referimos en este caso a la viabilidad de formular una teoría general de la complejidad.

Al respecto afrontamos el dilema planteado por Juan Carlos Moreno (Moreno, 2007:172), según el cual al considerar la complejidad, o bien se trata de un tipo de comprensión que amplía los alcances de planteamientos ontológicos y epistemológicos introducidos en intentos particulares de diversas disciplinas científicas por explicar y sistematizar los diferentes grados de complejidad que poseen los fenómenos específicos que estudian, pero que no tendría un estatuto propio; o bien, se trata de un nuevo tipo de pensamiento o de una nueva ciencia, pero que se encuentra apenas en desarrollo.

Nuestro propósito es mostrar que se trata de un dilema aparente que puede disolverse afirmando a la vez la complejidad como un tipo de comprensión que reflexiona sobre los alcances de planteos ontológicos y epistemológicos dados en el desarrollo de modelos científicos particulares designados como complejos (la no linealidad, el emergentismo, la dinámica de los sistemas abiertos); y al mismo tiempo, puede constituirse en un nuevo tipo de pensamiento o teoría general que, basándose en estos diversos elementos, explique su aparición y los vincule sobre el fondo de una nueva fundamentación epistemológica. Creemos que la disolución del dilema es posible siempre y cuando esta perspectiva epistemológica asuma una redefinición de lo que se considera conocimiento.

En esta dirección, creemos, se dirige el esfuerzo de Rolando García (García, 2006) por delinear una definición de sistemas complejos dejando de lado la pretensión de explicar el sustantivo "complejidad", y avocándose a caracterizar y fundamentar los sistemas complejos.

García tiene dos fuentes principales que le proveyeron las herramientas para su definición de los sistemas complejos, por una parte su propio trabajo interdisciplinario como climatólogo y por otra la epistemología formulada por Piaget.

Redefinición de conocimiento según el constructivismo genético de Piaget

Ante la crisis del empirismo, Piaget formula una epistemología genética desde una perspectiva constructivista del conocimiento basada en los siguientes conceptos: 1. **Continuidad funcional** (no estructural) entre los procesos biológicos y cognitivos. 2. **Construcción**: El conocimiento surge en un proceso de organización de las interacciones entre el sujeto y el objeto de conocimiento. Esto supone que el sujeto construye las formas de organización de los objetos de conocimiento. 3. **Interacción**: La génesis de las relaciones y estructuras lógicas está en las

* UNC

† UNC – CONICET

‡ El presente trabajo se enmarca en el proyecto Naturalismo y teleología: Análisis transdisciplinar de las relaciones entre perspectivas biológicas evolutivas y concepciones teleológico-naturalistas de lo mental, subsidiado por la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de Córdoba.

interacciones sujeto-objeto. 4. **Explicaciones causales como atribuciones.** Las explicaciones causales derivan de las relaciones lógicas establecidas en la teoría que permiten atribuir dicha relación a la realidad empírica. 5. **Reorganizaciones sucesivas:** el desarrollo del conocimiento no procede de manera uniforme sino por reorganizaciones sucesivas. Se supone entonces que en el desarrollo del conocimiento hay estadios y períodos de *construcción, estabilización, desestabilización y nuevos períodos constructivos.*

Sistemas complejos

La teoría de los sistemas complejos de García articula el desarrollo de la epistemología genética con la metodología de los sistemas complejos desarrollada a partir del trabajo de campo. Su concepción de sistemas complejos se enfoca en la relación entre el objeto de estudio y las disciplinas a partir de las cuales se estudia. La complejidad se asocia principalmente con la imposibilidad de considerar aspectos particulares de un fenómeno, proceso o situación a partir de una sola disciplina específica.

En ese marco, se define “sistema complejo” como una representación de un recorte de la realidad conceptualizado como una totalidad organizada en la cual los elementos, en virtud de su interdefinibilidad, no son separables y por tanto, no pueden ser estudiados aisladamente (García, 2006:21-22).

El marco conceptual de la teoría de sistemas complejos se basa explícitamente en el constructivismo de la epistemología genética de Piaget (García, 2000). A partir de ésta redefine lo que es conocer como establecer relaciones en una materia prima que provee la experiencia, pero cuya organización depende del sujeto cognoscente. La acción es el punto de partida del proceso cognoscitivo por lo tanto las *actividades cognoscitivas* “deben abordarse no como una descripción de estados, sino como *procesos*” (*Idem*:40).

Tanto la teoría del conocimiento de Piaget como el posterior desarrollo que elabora a partir de ésta Rolando García, rechazan una epistemología empirista pero sostienen, al mismo tiempo, una fuerte base empírica que enmarca sus investigaciones concibiendo los datos de la experiencia como *observables*, es decir, datos de la experiencia ya interpretados según esquemas interpretativos que constituyen formas de organización de datos de la experiencia elaboradas en los sucesivos niveles de equilibración. Los *hechos* se consideran relaciones entre observables. Todo observable supone la previa construcción de relaciones por parte del sujeto. La organización de los observables requiere la previa construcción de instrumentos asimiladores de la experiencia, y ese proceso de asimilación de la experiencia se repite en todos los niveles hasta llegar a la construcción de las teorías científicas (García, 1986:47-51).

En resumen, según el constructivismo la ciencia empírica no está basada en datos sensoriales, tal y como sostiene el empirismo, sino en registros de observables que son interpretaciones e implican ya una construcción con cierto grado de elaboración.

A partir de esto, se redefine también el concepto de teoría: se amplía incluyendo no solamente las teorías científicas formuladas con cierto rigor, sino también al conjunto de afirmaciones y suposiciones explícitas o implícitas, sobre la base de las cuales el investigador genera hipótesis o realiza inferencias. El investigador aborda el problema a indagar a partir de este *corpus* de conocimiento provisto por la teoría en sentido amplio. La teoría comprendida de

este modo interviene ya desde el momento de la identificación y selección del dominio empírico del estudio (los *datos*) y del marco epistémico (García, 2006: 43-45).

Se rechaza la aproximación ingenua a 'la realidad' porque tanto las definiciones y selecciones correspondientes al marco epistémico y al dominio empírico se adoptarían explícita o implícitamente desde el comienzo de la investigación e intervienen en su decurso.

Con la caída de las nociones de observación y hechos en su versión empirista ingenua se revisó también el concepto de explicación. Las relaciones causales que permiten relacionar, organizar y jerarquizar, es decir tornar los hechos inteligibles y en última instancia 'explicarlos', se considera una atribución a la realidad empírica de relaciones lógicas y de coherencia (Piaget y García, 1971).

Componentes y dinámica de los sistemas complejos

Los sistemas complejos constituyen sistemas no descomponibles (Simón, 1977) porque el sistema, como totalidad, tiene propiedades que no resultan de la simple adición de las propiedades de los elementos.

Los elementos del sistema, interactúan, dando lugar a un conjunto de relaciones que determina la estructura del sistema y sus propiedades. Los elementos entre los que se establecen las relaciones más significativas se recortan del resto, pero aún así entre unos y otros hay interrelaciones que configuran las condiciones de los límites.

Asimismo, no basta con el estudio de las estructuras como si éstas no tuvieran historia. Se trata de estudiar la dinámica del sistema, teniendo en cuenta su evolución y no sólo el estudio de un estado en un momento dado. Los sistemas complejos son sistemas abiertos. Permanecen constantemente en intercambio con el medio externo de allí que no estén definidos desde el comienzo de la investigación sino que sean definibles en el transcurso de la misma.

Con respecto a su funcionamiento, se deben tener en cuenta dos características fundamentales de los sistemas complejos:

Una se refiere al principio de estratificación o disposición de sus elementos en niveles de organización con dinámicas propias, pero interactuantes entre sí. En los sistemas complejos pueden distinguirse procesos de diferente nivel que permanecen vinculados entre sí por relaciones estructurales y cuya interacción no es mecánica ni lineal. Por ejemplo:

Las contracciones y dilataciones del corazón pueden estudiarse en por lo menos tres niveles: el nivel orgánico (en el cual las dilataciones están relacionadas con el volumen y la presión del flujo de sangre, los movimientos de las válvulas, etc.); el nivel celular (dilataciones y contracciones de las fibras, con los desplazamientos de las fibras duras y blandas en las sarcómeras); y el nivel molecular (donde se vinculan las proteínas contráctiles con la liberación de calcio y diversos procesos enzimáticos) (García, 2006, p. 63).

Cada estructura de un nivel dado forma parte de un subsistema del sistema de nivel superior. En este caso se trata de subsistemas con estructuras imbricadas cuyas relaciones no pueden reducirse a acciones mecánicas.

La otra característica señala su *evolución* que no procede por desarrollos continuos sino por reorganizaciones sucesivas. Cuando las perturbaciones provenientes de un subsistema exceden un cierto umbral, ponen en acción mecanismos del siguiente nivel, éstos obedecen a una dinámica propia que actúa como reguladora, contrarrestando la perturbación o bien,

desencadenando procesos que reorganicen la estructura. Al tratarse de un proceso no lineal, el efecto que se obtiene sobre el segundo nivel está regido por sus condiciones de estabilidad y no guarda relación directa con las perturbaciones que lo originaron y que sólo desencadenan el proceso (García, 1986:63-66).

¿Cual sería el componente ontológico del marco conceptual de la teoría de los sistemas complejos?

A partir de lo expuesto cabría preguntarse sobre el supuesto ontológico que explícita o implícitamente se estaría sosteniendo desde la propuesta epistemológica y metodológica de R. García.

Inicialmente encontramos dos aspectos principales: el universo estratificado y no-lineal (García, 2006: 73-76). Haciéndose eco de las investigaciones científicas de las últimas décadas García afirma, junto con Piaget, la idea del mundo físico como constituido por niveles de organización semi-autónomos en cada uno de los cuales rigen dinámicas específicas aunque en interacción. Esto asegura que las teorías desarrolladas en cada nivel no puedan ser invalidadas por desarrollos en otros niveles.

Asimismo se afirma la no-linealidad del mundo en base al surgimiento de fenómenos de diversa índole, pertenecientes a dominios de diferentes disciplinas, que presentan una gran similitud con respecto a su evolución temporal definida por discontinuidades estructurales y sucesivas reorganizaciones. De esta manera, el universo no se considera como un conjunto de estados físicos, sino de procesos dinámicos.

Aparte de estas asunciones sobre el universo, es necesario aclarar cierta ambigüedad de la expresión "sistema complejo" tal como lo hemos definido. Por una parte, no se refiere a alguna entidad que esté dada en la realidad y que simplemente hay que describir. Por el contrario, se trata de un modelo teórico construido con datos empíricos. En este sentido la investigación se lleva a cabo por sucesivas modelizaciones hasta llegar a un modelo aceptable, que permita formular explicaciones causales de los fenómenos que constituyen el objeto de estudio. El constructivismo adoptado se define aún como un realismo epistemológico (García, 2006:84). Parte del supuesto de un mundo exterior a los individuos, con el cual éstos interactúan, aquí se fundaría su afirmación de una ciencia empírica aunque no empirista. Ahora bien, a ese mundo solo se accede por el conocimiento que consiste justamente en la organización de aquellas interacciones. Tales organizaciones conducen finalmente a las teorías científicas. Hay una ontología, en el sentido de Quine, implícita en la organización de los datos de la experiencia. Pero el ingrediente constructivista agrega que en cada nivel de análisis el material empírico dado proviene de conceptualizaciones e inferencias realizadas en niveles anteriores. Las teorizaciones del nuevo nivel corresponden así a nuevas interpretaciones, relaciones y conceptualizaciones del objeto. En este sentido, los objetos y las relaciones que se manejan en un nivel son inferidos. Con esos objetos y relaciones inferidos se construyen modelos y teorías. Por lo tanto al aludir al sistema como algo que "existe en la realidad", o como una "representación de un recorte de la realidad" o a la "realidad compleja" solo se está hipotetizando sobre una contraparte en el "mundo exterior" que presumiblemente corresponde al modelo.

Concluyendo

A la luz de lo expuesto podemos afirmar que la teoría de los sistemas complejos puede proveer una salida del dilema planteado al comienzo. Lo puede hacer porque, en primera instancia, no se erige en una teoría general de la "complejidad", sino que se restringe a la delimitación del adjetivo "complejo" aplicado a cierto tipo de sistemas, lo cual permite mantener la diversidad de modos en que se estudian los fenómenos y comportamientos complejos, al mismo tiempo que posibilita integrarlos en un marco conceptual común sin exigir una simplificación. En este sentido, García no postula, como sí lo hace Morin (Morin, 1984, 2001), por ejemplo, que la complejidad deba constituirse en el nuevo paradigma que reemplace al anterior, por el contrario, orientado por un interés metodológico, se niega que todos los sistemas sean susceptibles de estudiarse con la metodología que sí exigen los sistemas complejos. Asimismo, su componente ontológico prevé un universo estratificado que justifica la autonomía de las explicaciones de los diversos niveles. Por otra parte, si es posible que esta teoría evite el dilema, lo es enmarcada en la epistemología piagetiana del constructivismo genético, ya que brinda una redefinición de la noción de conocimiento (y de explicación y teoría) en el marco de la ya tan ampliamente debatida crítica de los principios del empirismo. Con ese punto de partida García considera el conocimiento mismo como sistema complejo (García, 2000.65-86). Ello no permite considerar negativamente (como lo hacía uno de los cuernos del dilema) el hecho de que la teoría esté en desarrollo. Por el contrario, el hecho de ser permeable a reajustes y reorganizaciones forma parte de la definición misma de conocimiento, gracias a la incorporación de la dinámica que contempla las interacciones entre subsistemas de diferentes niveles y de los sistemas abiertos con las condiciones de contorno y, en el plano metodológico, entre las teorías de las diversas disciplinas. Finalmente pensamos que la teoría de los sistemas complejos de R. García, provee una teoría con estatuto propio, con un sólido marco conceptual, sin extraviarse en simplificaciones ni agotarse en un modelo particular de complejidad.

Bibliografía

- Castorina, J.A. y Palau, G.D. (1994). Introducción a la traducción castellana. En J. Piaget, L. Apostel et al, *Construcción y validación de las teorías científicas. Contribución de la epistemología genética* (p.9-30). Bs. As: Paidós.
- García, R. (1986). Conceptos básicos para el estudio de sistemas complejos. En E. Lefr (coord.), *Los problemas del conocimiento y la perspectiva ambiental del desarrollo* (pp.45-71). México: Siglo XXI.
- (2000). *El conocimiento en construcción. De las formulaciones de Jean Piaget a la teoría de sistemas complejos*, Barcelona: Gedisa.
- (2001). Epistemología: Raíz y Sentido de la obra de Jean Piaget. En J. A. Castorina (comp.) *Desarrollos y problemas en Psicología Genética*. Bs. As. Eudeba.
- (2006). *Sistemas complejos. Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*. Barcelona: Gedisa.
- Moreno O, J.C. (2007). Reflexiones sobre la noción de complejidad. En C.E. Maldonado (ed.) *Complejidad: ciencia, pensamiento y aplicaciones* (pp. 164-173). Bogotá: Universidad Externado de Colombia.
- Morin, E. (1984). *Ciencia con consciencia*. Barcelona: Anthropos.
- (2001). *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona: Gedisa.
- Piaget J. (1979). *Introducción a la epistemología genética*. Buenos Aires: Paidós.
- y García, R. (1982). *Psicogénesis e historia de la ciencia*. Buenos Aires: Siglo XXI.
- y García, R. (1971). *Hacia una lógica de las significaciones*. Barcelona: Gedisa.