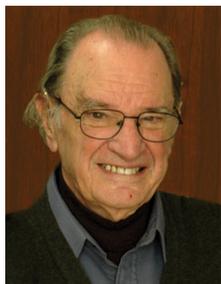


Rolando García*

Investigación interdisciplinaria de sistemas complejos: lecciones del cambio climático

Este texto es una síntesis, hecha por Haydeé García Bravo, de varias conferencias y seminarios que Rolando García impartió en el CEIICH, a partir de 1998 y que posteriormente él mismo sistematizó para redactar la introducción y conclusiones de su libro *Sistemas complejos. Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria* (Barcelona, Gedisa, 2006).



¿EN QUÉ consiste un sistema complejo? Daré una definición más o menos provisoria y que iremos analizando a lo largo de esta charla: voy a llamar sistema complejo o he llamado en numerosos escritos sistema complejo, a un sistema cuyos elementos son heterogéneos en el sentido de que pertenecen al dominio de distintas disciplinas, pero son elementos que interactúan entre sí, de tal manera que son interdefinibles.

La característica de un sistema complejo es la interdefinibilidad; cuando yo estudio un sistema agrario, el suelo, el clima, el tipo de producción, la tecnología que se usa, la manera de trabajar, los campesinos, la economía, no son cosas que podemos desintegrar, estudiar por separado y después poner juntas, son cosas en las que una modificación que le ocurre a una de ellas actúa en cadena y va repercutiendo en todas las demás; es un sistema no descomponible.

Sin embargo, hay que tener claro que no todo conjunto de elementos es un sistema; no todo sistema de elementos heterogéneos es un sistema complejo; no todo estudio de la parte de un sistema, de conjuntos de partes de un sistema, es un estudio interdisciplinario.

* Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades–UNAM. (Falleció el 15 de noviembre de 2012).

Génesis de la teoría de sistemas complejos

Hace varias décadas, tuve a mi cargo la Secretaría General del *Programa de Investigación Global de la Atmósfera* (GARP), establecido por acuerdo entre la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Consejo Internacional de Uniones Científicas (ICSU). El GARP tenía como objetivo establecer los límites de predictibilidad en los pronósticos meteorológicos y evaluar la posibilidad de predicción de las variaciones climáticas. Gracias al desarrollo de las computadoras era posible comenzar a experimentar con los primeros modelos de circulación general de la atmósfera. Con ello se esperaba anticipar situaciones catastróficas vinculadas con fenómenos climáticos.

Además del interés teórico que congregó a los más prestigiados meteorólogos de la época, el programa contó con apoyo internacional de diferentes organizaciones debido, en buena parte, a la alarma generada por catástrofes, atribuidas a un *cambio climático*, que habían afectado diversas regiones del mundo en la década de 1960-1970. Prolongadas sequías habían impactado en extensas regiones de África, la India y el Noreste de Brasil. En 1972 la crisis alcanzó la cima. A estas sequías se las consideró responsables de la escasez de alimentos y de las hambrunas que llevaron a la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) a declarar que *estaba en peligro la seguridad alimentaria mundial*.

En estas circunstancias, Walter Roberts, uno de los miembros más activos de la Federación Internacional de Institutos de Estudios Avanzados (IFIAS), organizó, en mayo de 1974, un taller en el Instituto Meteorológico de Bonn (Alemania), dirigido por el prominente climatólogo, Profesor Hermann Flohn. En la reunión participaron representantes de diversos países, incluyendo “países en desarrollo”, y se elaboró la “Declaración de Bonn” aprobada por IFIAS y luego distribuida internacionalmente a gobiernos, agencias de Naciones Unidas y organismos de investigación. El tema de la declaración fue: “las implicaciones sociales, éticas, culturales y políticas de un posible cambio de clima”. Sobre esa base, IFIAS instituyó el Programa *Drought and Man* bajo mi dirección.¹

De manera paralela, pero íntimamente relacionada a mi participación en los proyectos del GARP, colaboraba con Jean Piaget en el Centro Internacional de Epistemología Genética y preparábamos juntos la publicación de *Psicogénesis e Historia de la Ciencia*.²

1 El desarrollo del programa fue relatado en la historia de IFIAS. (Stähle, Nils K., *et al.* 1988).

2 Editado de manera casi simultánea en México y en Francia. En ese libro mostramos lo que llamamos “mecanismos comunes” entre el conocimiento común del niño, del adolescente, de los adultos no sofisticados por la ciencia, y el conocimiento científico. Hablamos de “mecanismos comunes”, porque hicimos comparaciones entre cómo se generan los conceptos en la psicogénesis en los niños y cómo se generan los conceptos en la ciencia. Y

El enfoque multi-cultural y transdisciplinario de IFIAS sobre los problemas globales era totalmente coherente, tanto con el constructivismo genético cuya fundamentación histórica desarrollaba con Piaget, como con las críticas que entonces manifestaba en contra de la institucionalización académica de las diferentes disciplinas científicas.

García era sumamente crítico del modelo Occidental de especialización en las universidades, lo cual, a su juicio, conducía, por una parte, al aislamiento y a la arrogancia y, por otra parte, a impedir la cooperación interdisciplinaria. Pero, al mismo tiempo, reconocía la necesidad de especialización como una de las condiciones para un fructífero trabajo interdisciplinario.³

El equipo nuclear de trabajo se estableció en el Instituto de Ginebra y formamos una docena de grupos de contacto en América Latina, África, Asia y Europa. Desarrollamos, además, un estudio especial de cambio climático en la Unión Soviética.

Gracias a la adopción de una metodología común, que nos permitió comparar los resultados obtenidos en cada uno de los centros de estudio, pudimos identificar las raíces de la catástrofe desatada por la anomalía climática.

Si no hubiera sido por el vasto material empírico que reunimos y por la solidez de la fundamentación teórica avalada por mi estrecha colaboración con Piaget, las implicaciones ideológicas de tan contundentes conclusiones hubieran puesto en riesgo la publicación de los resultados.

Nature Pleads not Guilty (La naturaleza alega inocencia) es el título provocador del primero de los tres volúmenes en los que se publicaron los resultados. Aquí García propone, por primera vez, un modelo estructural para explicar los cambios hechos por el hombre en los sistemas agrícolas que se habían apartado de los sistemas tradicionales, menos vulnerables.

(...)

Algunas de las ideas del modelo estructural propuesto por García, provenían de la teoría de Ilya Prigogine sobre los sistemas disipativos, pero la mayor parte del modelo estaba basado en el trabajo personal de García.⁴

Así, el programa *La sequía y el hombre* constituyó el punto de partida de va-

encontramos que los mecanismos últimos, no los resultados del proceso cognoscitivo, no las estructuras que se generan, sino los mecanismos últimos, eran comunes.

3 Stähle, Nilsson y Lyndblom 1988, 35.

4 Stähle, Nilsson y Lyndblom 1988, 35-36.

rias décadas de investigaciones realizadas en distintos países, a lo largo de las cuales fui desarrollando la teoría de sistemas complejos que rebasó el campo de los fenómenos naturales y de su impacto social para ser aplicado al estudio de temas tan diversos como el desarrollo tecnológico, la familia o la historia del libro como objeto cultural.

Años después publiqué *El conocimiento en construcción: de las formulaciones de Jean Piaget a la Teoría de los Sistemas Complejos* (García 2000). Tal y como su título indica, la intención de la obra fue poner de manifiesto el carácter empírico, más no empirista, de la epistemología genética, no sólo porque su fundamentación es empírica sino porque, a su vez, fundamenta una concepción conceptual y metodológica particular: la investigación interdisciplinaria de los sistemas complejos.

La investigación interdisciplinaria

Una investigación interdisciplinaria es una forma de trabajar que significa que una misma problemática es analizada desde distintos ángulos, pero no separadamente; porque la visión que tiene cada especialista cuenta, o interactúa con el resto del equipo o va a tener una visión totalmente paralizada. Siempre insisto en que la interdisciplina empieza en un equipo cuando un miembro de una especialidad es capaz de hacerle preguntas a otro miembro del equipo de otra especialidad que él mismo no se ha formulado; y esto no es una especulación, es producto de una experiencia.

La interdisciplina es una manera de estudiar un sistema complejo, ésta es mi definición de interdisciplina, por eso el tema es *Investigación interdisciplinaria de sistemas complejos* que no es investigación interdisciplinaria junto con sistemas complejos, sino que es el nombre y apellido de una sola entidad.

Como lo comenté, a principios de los años setenta hubo enormes sequías en casi todos los continentes, una mortandad tremenda, una desnutrición muy extendida, sobre todo en el África, en la India, en partes de Latinoamérica; yo seguía funcionando como meteorólogo y climatólogo, la pregunta que me hicieron es ¿por qué esta sequía tuvo efectos tan terribles? En esa época me dediqué a estudiar todas las sequías que había habido en el África desde principios del siglo XX. Y encontré una cosa muy clara: esa última sequía, la más catastrófica, no había sido la peor sequía desde el punto de vista físico, climatológico, había habido sequías mucho más terribles a principios de siglo sin ninguno de esos efectos; lo que había pasado era simplemente que —el análisis sociológico y económico lo demostró de manera plena— esas sociedades se habían hecho más vulnerables a una perturbación como la sequía y así reflexioné sobre una de las concepciones del análisis sistémico: la sociedad con sus costumbres y dimen-

siones sociales, económicas, políticas tiene cierta resistencia a perturbaciones exteriores.

Estaba muy claro que había habido sequías antes de la colonización, durante la colonización y después durante la independencia; lo que había ocurrido es que cada uno de esos cambios significó mayor vulnerabilidad de esos países y la vulnerabilidad es una propiedad del sistema, no es una propiedad de una parte del sistema, es una propiedad de la estructura del sistema, del conjunto de relaciones de esos elementos heterogéneos y la conclusión fue muy simple: la última sequía fue una perturbación que incidió sobre una sociedad mucho más vulnerable y desató una inestabilidad en esa sociedad; el efecto no fue proporcional a la perturbación, el efecto fue proporcional a la inestabilidad interna; si yo pongo un vaso al borde de una mesa, un pequeño empuje significa una catástrofe: el vaso se cae, esa catástrofe no es proporcional a mi empuje, es proporcional al sistema inestable que está ahí y a una perturbación de los puntos del equilibrio.

Nosotros definimos un sistema, como dice Lucien Goldmann, como un recorte arbitrario de la realidad, dejando dentro conjuntos de elementos y de situaciones que de alguna manera funcionan como totalidad, y ese recorte lo hacemos más o menos arbitrario, definimos el sistema, pero la definición final del sistema termina con la investigación, porque esos recortes que hemos hecho hay que ajustarlos; el problema no es tanto el recorte sino cómo tomamos en cuenta lo que está fuera y su interacción con lo que está dentro, es decir, cada nivel tiene sus propias leyes de organización que no son reducibles a los otros niveles, pero esas leyes de organización no son autónomas, son semi-autónomas en el sentido que hay interacciones. Si pensamos en un cuerpo humano, lo que pasa a nivel molecular, desde luego tiene que ver con el átomo y lo que pasa a nivel macro, orgánico, tiene que ver con las moléculas, pero la dinámica interna de cada nivel es independiente, independiente como dinámica; pero como sistema es interdependiente en el sentido que uno de ellos influye sobre otro.

Otro principio es que dentro de un sistema, en un nivel determinado, los factores que intervienen de alguna manera se aglutinan por relaciones más estrechas que con otros factores; en un primer nivel dentro de un sistema agrario hay factores que forman parte del medio físico: el suelo, el agua, el clima; hay factores que forman parte de la producción misma: el tipo de producción, la tecnología, y hay factores que forman parte de la sociedad que trabaja eso o de la sociedad que da los medios para trabajar eso; éstos constituyen subsistemas que tienen una interconexión entre ellos mayor que con los elementos de los otros subsistemas y esto no permite hacer análisis de los subsistemas de manera semi-independiente porque hay tres principios a los cuales me he referido: 1. un principio de estratificación; hay niveles de organización que tienen su

propia dinámica y sus propios actores que no son ni deducibles a, ni deducibles de otros niveles, pero que interactúan con ellos; 2. hay un segundo principio que es el de articulación; los elementos no actúan más o menos uniformemente, hay subsistemas dentro de cada sistema con mayor coherencia que con el resto y la estructura está determinada por las relaciones entre los subsistemas; 3. hay un tercer principio que llamo de organización sistémica, en el sentido de que modificaciones en la totalidad modifican las partes y que precisamente las influencias externas actúan sobre el sistema en su totalidad o algunas partes de ella, pero eso repercute en las otras partes, por eso es un sistema.

La evolución de todo sistema físico, químico, biológico, social, no se da mediante un desarrollo uniforme como se pretendió clásicamente; la evolución se da sólo por reorganizaciones y la famosa no linealidad que está hoy de moda, y con razón cuando se habla de complejidad, de caos, etcétera, representa simplemente esa evolución por reorganización. ¿Qué quiere decir esto? Quiere decir que un sistema, en la medida en que se conformó como sistema, tiene un mecanismo de compensaciones que le ha evitado desintegrarse como sistema; ese mecanismo de compensaciones es capaz de recibir perturbaciones o fluctuaciones de fuera hasta cierto límite; la propiedad de vulnerabilidad que es una propiedad del sistema, o de resiliencia que sería la opuesta a la vulnerabilidad, es la capacidad de absorber las perturbaciones, aunque tiene un límite en todos los sistemas; una vez que se llegó a ese límite el sistema se desestabiliza y esa desestabilización es una ruptura de la estructura interna, esa ruptura significa desorganización; si continúa la perturbación el sistema de compensaciones inherente a este sistema que estamos estudiando, reorganiza las relaciones y esto no es teológico —a pesar de que a veces pareciera que uso un lenguaje teológico— de tal manera que se puede formar una nueva estructura capaz de absorber la perturbación que antes desestabilizó y en eso consiste una reorganización.

El término sistema designa a todo conjunto organizado que tiene propiedades, como totalidad, que no resultan aditivamente de las propiedades de los elementos constituyentes. La organización del sistema es el conjunto de las relaciones entre los elementos, incluyendo las relaciones entre relaciones.

Al conjunto de datos empíricos que entran en el recorte a la hora de construir o configurar el sistema, lo he designado complejo empírico.

Los datos empíricos no son el resultado de registros perceptivos sino del registro de observables.

Ahora voy a hablar de los principios dentro de los sistemas:

Tenemos los **principios de organización** y dentro de ellos la siguiente caracterización:

— Los factores que directa o indirectamente determinan el funcionamiento de un sistema complejo pueden ser distribuidos en niveles estructuralmente

diferenciados, con sus dinámicas propias. Los niveles no son interdefinibles, pero las interacciones entre niveles son tales que cada nivel condiciona las dinámicas de los niveles adyacentes. A esto le llamo *principio de estratificación*.

- El estudio de un sistema complejo comienza generalmente con una situación particular o con un conjunto de fenómenos que tienen lugar en un cierto nivel de organización que he designado como nivel de base. Los factores que actúan en dicho nivel corresponden a cierto tipo de procesos y a ciertas escalas de fenómenos agrupables en subsistemas constituidos por elementos entre los cuales hay un mayor grado de interconexión con respecto a los otros elementos del mismo nivel. Estos subsistemas funcionan como subtotalidades, las cuales están articuladas por relaciones que, en su conjunto, constituyen la estructura de ese nivel particular del sistema, esto lo he denominado *el principio de articulación interna*.
- Las interacciones entre niveles tienen lugar por medio de distintos tipos de influencias, no siempre materiales, que he designado, en forma genérica, bajo el término de flujos. Los flujos pueden ser de materia, de energía, de información, de políticas, etc. Al conjunto de tales interacciones que ejercen influencia sobre un nivel dado lo he designado como las *condiciones de contorno o las condiciones límite* (o “en los límites”) de dicho nivel.

Los sistemas complejos también tienen un **principio de evolución**.

Dichos sistemas sufren transformaciones en su desarrollo temporal. Esta evolución peculiar de los sistemas abiertos no sólo tiene lugar por medio de procesos que modifican el sistema de forma gradual y continua, sino que procede por una serie de desequilibrios y reequilibraciones que conducen a sucesivas reorganizaciones.

Después de cada reorganización, el sistema puede permanecer con una estructura en relativo equilibrio dinámico, con fluctuaciones que se mantienen dentro de ciertos límites, hasta que una perturbación, que exceda dichos límites, desencadene un nuevo desequilibrio.

Cuando se analiza un complejo empírico, no es posible considerar “todos” sus elementos, porque ¿qué significaría “todos” los elementos? La investigación científica consiste en establecer relaciones entre un número limitado de elementos abstraídos de la realidad, y toda abstracción implica tomar en cuenta algunos aspectos de la experiencia y dejar de lado otros. La descripción de cierto fenómeno de determinado nivel puede constituir la explicación de lo que ocurra a otro nivel.

La interacción dialéctica caracteriza a un sistema complejo en todos los niveles, tanto entre el sistema como totalidad y cada uno de los subsistemas que

lo componen, como entre cada subsistema y las partes o elementos que lo constituyen.

En las explicaciones del funcionamiento de un sistema complejo, el análisis de las escalas de los fenómenos que están interactuando requiere especial atención. Cuando se trata de acciones entre niveles o entre subsistemas de un mismo nivel, el término interacción necesita ser explicitado con referencia al marco espacio-temporal que se está considerando. Para ello, es necesario establecer una periodización de los procesos, incorporar de manera radical la historia en ellos.

La evolución por reorganizaciones sucesivas constituye un principio orientador de una fase sumamente importante en la investigación de los sistemas complejos, en la cual deben considerarse dos aspectos complementarios: por una parte, la historia de las estructuraciones; pero, además, el tipo de transformaciones y su relación con las propiedades y principios sistémicos.

Interdisciplina: ¿integración disciplinaria?

El término “interdisciplina” requiere de un análisis detallado para deslindarlo de significados equívocos como el que lo considera equivalente a la “integración disciplinaria”.

Uno de los autores más reconocidos por su vigoroso alegato a favor de una integración disciplinaria, en particular en las ciencias sociales, es Immanuel Wallerstein:

La interrogante de hoy es si existen ciertos criterios que puedan utilizarse para determinar, de manera clara y defendible, los límites entre las supuestas cuatro disciplinas de antropología, economía, ciencias políticas y sociología. (...) Todos los presuntos criterios —nivel de análisis, objeto de estudio, métodos, supuestos teóricos— ya no son verdaderos en la práctica o, si se mantienen, son barreras para un conocimiento mayor en vez de un estímulo para su generación.

O en otras palabras, las diferencias entre temas, métodos, teorías o teorizaciones permisibles dentro de cualquiera de las llamadas “disciplinas” son mucho mayores que las diferencias entre ellas. (...) Ha llegado la hora de atravesar tal confusión intelectual diciendo que estas cuatro disciplinas son una sola.⁵

A pesar de la claridad con la que Wallerstein expone su planteamiento, sus argumentos no explican una “integración” disciplinaria, sólo denuncian un “tras-lape” que ejemplifica de la siguiente manera:

5 Wallerstein 1998, 261-262.

La especialización en “campos de investigación” no sólo es probable sino necesaria. Pero recordemos el principal ejemplo organizativo que tenemos: en algún momento de 1945-1955 dos “disciplinas” hasta la fecha separadas, la botánica y la zoología, se fusionaron en una sola denominada biología. Desde ese entonces, la biología ha sido una próspera disciplina que ha generado muchos subcampos, pero ninguno de ellos, hasta donde recuerdo, lleva el nombre o tiene el perfil de la botánica y la zoología.⁶

La historia de la ciencia, desde la perspectiva de la epistemología genética, contradice las consideraciones de Wallerstein: el nacimiento de la biología como disciplina científica no se debe a un maridaje entre zoólogos y botánicos que diera lugar a la dinastía de los biólogos, sino que constituyó la más profunda reconceptualización y reorganización del estudio de los seres vivos en su totalidad.

La investigación interdisciplinaria que exige el estudio de un sistema complejo, tal y como lo planteamos aquí, es fundamentalmente diferente de la integración disciplinaria que Wallerstein señala.

En primer lugar, ninguna investigación particular tiene la capacidad de integrar diferentes disciplinas. Los procesos de integración disciplinaria, al igual que los procesos de diferenciación que han dado lugar a cada una de las disciplinas científicas, han significado replanteamientos fundamentales que no se limitan a “poner juntos” (o a “separar”) los conocimientos de diferentes dominios.

En segundo lugar, además de no ser posible, la “integración disciplinaria” en una investigación en particular no es “necesaria”, puesto que el análisis histórico de la ciencia permite poner en evidencia que las diferentes disciplinas científicas se van integrando a lo largo de su desarrollo. Dicho de otra manera, la integración disciplinaria es un hecho histórico y una característica del desarrollo científico que no resulta de la voluntad, ni de los acuerdos, de un grupo de investigación y que no puede constituir, entonces, una pretensión metodológica.

La proliferación de las ramas de la ciencia que tuvo lugar en los siglos posteriores a la revolución científica, así como las disciplinas particulares referidas a determinados campos del conocimiento, no surgieron de manera aislada en cada uno de sus dominios específicos. Las nuevas disciplinas se fueron conformando a través de una alternancia de procesos de diferenciación e integración. Esto significa que las disciplinas se fueron desarrollando de manera *articulada*, y que las formas de articulación también evolucionaron, respondiendo a desarrollos propios dentro de cada disciplina.

6 Wallerstein 1998, 262.

Las nuevas disciplinas que se han designado acoplado los nombres de dos ciencias diferentes (físicoquímica, biofísica, etc.) corresponden a casos en los que fenómenos o procesos que entran en el dominio de una de ellas, se interpretan o explican a partir del campo teórico o metodológico de la otra ciencia.

Independientemente de las articulaciones que se han ido constituyendo entre disciplinas correspondientes a ciertos dominios diferenciados, en otros dominios cuyas fronteras son mucho más permeables las relaciones entre disciplinas han dado lugar a reconceptualizaciones generales de los fenómenos involucrados en el dominio en cuestión. Retomando nuevamente a Lucien Goldmann, lo cito porque describió con mucha claridad la reconceptualización que resultó de la relación entre las disciplinas pertenecientes al dominio más permeable del conocimiento científico, el de las ciencias sociales.

Todo hecho social es un hecho histórico e inversamente. La historia y la filosofía estudian los mismos fenómenos, y si cada una de ellas toma sólo un aspecto de la realidad, el resultado será la imagen parcial y abstracta, en tanto ella no sea completada con los aportes de la otra.

(...)

No se trata de reunir los resultados de la sociología y de la historia, sino de abandonar toda Sociología y toda Historia abstractas, para llegar a una ciencia concreta de los hechos humanos que no puede ser sino una sociología histórica o una historia sociológica.⁷

A diferencia, por ejemplo, del caso de la biofísica que antes expusimos, en el planteo de Goldmann no se trata de una teoría que, desde cierta disciplina, explique hechos o fenómenos de otra disciplina. Goldmann no hace referencia a una teoría histórica que explique un fenómeno o situación social, sino a un cambio de concepción de una sociología enfocada en el análisis de hechos, a una sociología basada en el estudio de procesos y de sus raíces históricas. En este caso no se trata, de una integración de teorías, sino de una reconceptualización de las disciplinas.

Quien ofreció la más lúcida y profunda formulación sobre los problemas involucrados en las interrelaciones entre las grandes disciplinas científicas, fue

⁷ Goldmann, Lucien. *Les sciences humaines et la philosophie*, Paris: Presses Universitaires de France, 1952, 9. (Hay edición en español: *Las ciencias humanas y la filosofía*, Buenos Aires, Nueva Visión 1977).

Jean Piaget (Piaget 1967, 1972).⁸ Piaget caracteriza la ciencia como una institución social, lo cual significa que cada sociedad, en cada momento histórico, define ciertas actividades como actividades cognitivas, y designa el producto de esas actividades como conocimiento. El conocimiento, y en particular el conocimiento científico, es un producto social, y no tiene más definición que la que le otorga el contexto social en el cual se genera.

La propuesta piagetiana presenta una concepción de lo que él llama “el sistema de las ciencias” como “una estructura de orden cíclico e irreductible a toda forma lineal”. Aceptando una agrupación de las ciencias en cuatro grandes conjuntos (ciencias lógico-matemáticas; ciencias-físicas; ciencias biológicas y ciencias psico-sociológicas), Piaget comienza por establecer que el término “ciencia” abarca cuatro grandes dominios o niveles, en cada uno de los cuales las disciplinas se relacionan entre sí de manera diferente:

- a) Dominio material, definido como el conjunto de “objetos” a los cuales se refiere cada disciplina (números, funciones, objetos físicos o biológicos, energía, operaciones mentales, clases sociales).
- b) Dominio conceptual, definido como el conjunto de teorías o conocimientos sistematizados elaborados por cada ciencia acerca de su dominio material.
- c) Dominio epistemológico interno, que corresponde al análisis de los fundamentos de cada disciplina, es decir, a la crítica de su aparato conceptual y de las teorías de su dominio conceptual.
- d) Dominio epistemológico derivado, que analiza las relaciones entre el sujeto y el objeto de conocimiento, es decir, el marco epistemológico más general de los resultados obtenidos por cada disciplina, comparándolo con el de las otras ciencias.

El análisis piagetiano muestra el carácter cíclico de las relaciones entre las disciplinas en los dominios *a* y *d*, así como la complejidad de las interrelaciones entre los cuatro grandes grupos de ciencias mencionados, dentro de cada dominio. Se puede aceptar o rechazar este análisis en sus detalles, pero es indudable que echa por tierra, tanto la ingenuidad de las propuestas reduccionistas, como las posiciones irreductibles de quienes ven en la “especificidad” de cada dominio material un obstáculo para el estudio interdisciplinario con una metodología general e integrativa.

Como lo hemos enfatizado, los sistemas complejos están constituidos por

⁸ Sobre todo los volúmenes 6. “La situación de las ciencias del hombre en el sistema de las ciencias” y 7. “Clasificación de las ciencias y principales corrientes de la epistemología contemporánea”.

elementos heterogéneos en interacción lo cual significa que sus subsistemas pertenecen a los “dominios materiales” de muy diversas disciplinas. La concepción piagetiana del “sistema de ciencias”, con sus dominios circulares y su red de interrelaciones, remueve todo obstáculo teórico para articular los estudios que se realicen en los diversos dominios materiales.

La interdisciplina supone la integración de diferentes enfoques disciplinares, para lo cual es necesario que cada uno de los miembros del equipo de investigación sea experto en su propia disciplina. En este sentido, el equipo de investigación es multidisciplinario, pero la diferencia fundamental entre una investigación multidisciplinaria y una investigación interdisciplinaria está en el modo de concebir una problemática, en el marco epistémico común que hayan generado.

En el caso del estudio de un sistema complejo es indispensable que dicha conciencia sobre la construcción del objeto de estudio y sobre el modo en que la sociedad condiciona esta construcción, esté permanentemente en acción, puesto que se trata de problemáticas globales donde los factores sociales juegan un rol fundamental. La concepción tanto sociológica como socio-genética de la ciencia debe, además, ser común a todos los miembros del equipo de investigación.

Por una parte, y con respecto al componente sociológico, la investigación de un sistema complejo responde generalmente a una situación crítica frente a la cual gobiernos, organizaciones y agencias deben intervenir de manera urgente.

El contexto social en el que se inscribe la necesidad de diseñar un proyecto de estudio de cualquier problemática global condicionará de manera importante el tipo de preguntas que se formulen. Y las hipótesis de trabajo, que constituyen el punto de partida de un enfoque sistémico, serán fundamentales, puesto que esta metodología supone la reformulación continua de una problemática que se irá definiendo y redefiniendo en el transcurso de la investigación.

De la conciencia de las condicionantes sociales que determinan la direccionalidad particular que está impresa en cualquier investigación, depende el carácter realmente explicativo que alcance el modelo que resulte del análisis.

Igualmente es necesario e importante que los miembros de un equipo de investigación compartan el “marco epistémico”, es decir, el conjunto de preguntas o interrogantes que los investigadores se plantean con respecto al dominio de la realidad que se han propuesto estudiar. Dicho marco epistémico representa cierta concepción del mundo y expresa la jerarquía de valores de las y los investigadores involucrados. Las categorías sociales bajo las que se formula una pregunta inicial de investigación, no constituyen un hecho empírico observable sino una construcción condicionada por el marco epistémico.

Ontología, epistemología, metodología

Desde mi perspectiva, en un sistema complejo hay tres tipos de problemáticas: en primer lugar tenemos el problema metodológico: ¿cómo analizamos esto?, ¿cómo empezamos a analizar esto? El segundo es un problema epistemológico: ¿cómo conocemos las cosas?, ¿cómo llegamos a conocer algo? El tercero es un problema ontológico: ¿a qué realidad, a qué tipo de realidad nos estamos refiriendo? En general, en los análisis de sistemas, se habla más de la metodología de trabajo, que tampoco se dice metodología conceptual sino que son vistos sólo como procedimientos de trabajo. A la epistemología se suele hacer referencia, pero más bien como adorno, porque queda bien hablar de epistemología y la ontología queda absolutamente fuera de la discusión, pero yo creo que es de vital importancia invertir el problema, porque es la concepción epistemológica, lo que he llamado el marco epistémico, la idea que tiene el investigador o los investigadores acerca del tipo de realidad con el cual se están confrontando, de la cual se desprende una ontología y que es la que gobierna siempre la metodología. Toda metodología tiene subyacente una concepción del conocimiento, en general implícita, en general ni el propio investigador tiene conciencia del tipo de marco epistémico dentro del cual está trabajando, y precisamente la ideología es eso, está subyacente y solamente el que analiza o se analiza puede llegar a poner en evidencia su propia ideología; entonces, para mí se trata de un problema en principio epistemológico que guía una cierta metodología y que conduce a una cierta concepción de la realidad. ¿Por qué hablo de una interdisciplinariedad sistémica que no puede ser pensada como un conjunto de disciplinas?

En el ejemplo que he dado de los sistemas naturales, como el que estudié en el Sahel (García 1981), la interdisciplinariedad se dio en el equipo de manera fluida y se manifestó la interdisciplinariedad cuando alguien de una especialidad pudo llegar a formularle preguntas a otro miembro del equipo de otra especialidad que no se habían hecho antes; ahí es cuando desde una disciplina se mira el problema con un enfoque distinto y entonces se descubren observables distintos y relaciones distintas que al especialista disciplinario se le habían escapado; en el fondo esto responde a un principio muy general; los grandes avances en una investigación, como las grandes transformaciones en la ciencia, no se deben a haber encontrado nuevas respuestas para las viejas preguntas, se deben a haber encontrado nuevas preguntas para los viejos problemas.

Es la pregunta la que guía la investigación, y el avance consiste más en encontrar preguntas pertinentes en los problemas ya dados que en encontrar nuevas respuestas al problema de hoy; no quiere decir que lo otro no funcione, pero si la investigación está en la pregunta y la llave de la investigación interdisciplinaria, el motor de un equipo interdisciplinario está en la capacidad de interrogarse mutuamente sobre esa problemática, en cada una de las investigaciones

es el objeto de estudio el que plantea los problemas y, en el caso del Sahel, fueron las respuestas que pude mostrar como contradictorias e infundadas las que me llevaron a nuevas preguntas, pero provinieron del objeto de estudio, no de la disciplina; por eso hago la distinción: para mí la interdisciplina la hace un equipo multidisciplinario, es trabajo de un colectivo con formación multidisciplinaria, pero con alguien que dé una visión de conjunto, que haya analizado el conjunto de la problemática; para mí un equipo interdisciplinario es como una orquesta, con un grupo de solistas no se hace una gran orquesta sinfónica sin un director, el director no solamente da la entrada a los instrumentos; el director da el sentido de la interpretación.

En síntesis, lo que integra a un equipo interdisciplinario para el estudio de un sistema complejo es un marco conceptual y metodológico común, derivado de una concepción compartida de la relación ciencia-sociedad, que permitirá definir la problemática a estudiar bajo un mismo enfoque, resultado de la especialización de cada uno de los miembros del equipo de investigación. ■

Referencias

- García, Rolando. *Drought and Man: Nature Pleads Not Guilty, Vol. 1. The 1972 Case History*. Oxford: Pergamon Press, 1981.
- . *El conocimiento en construcción: De las formulaciones de Jean Piaget a la teoría de sistemas complejos*. Barcelona: Gedisa, 2000
- Goldmann, Lucien. *Sciences humaines et philosophie*, Paris : Presses Universitaires de France, 1952.
- Stähle, Nils K., Nilsson, Sam and Per Lindblom. *From Vision to Action, Science and Global Development, 1971-1986*. Toronto: International Federation of Institutes for Advanced Study: Produced by IFIAS by University of Toronto Press, 1988
- Piaget, Jean et al. *Logique et connaissance scientifique*, Paris: Gallimard, 1967.
- . *Épistémologie des sciences de l'homme*, Paris: Gallimard, 1972.
- y García, Rolando. *Psicogénesis e historia de la ciencia*, México: Siglo XXI Editores, 1982.
- Wallerstein, Immanuel. *Impensar las ciencias sociales: límites de los paradigmas decimonónicos*, México: CEIICH-UNAM/Siglo XXI Editores, 1998.