

Artículo publicado en: : *OASIS. Observatorio de Análisis de los Sistemas Internacionales*, Universidad Externado de Colombia, 2004, ISSN 958-616-455-1, págs. 98-122

## **LA LÓGICA DEL MULTILATERALISMO: UNA RED DINÁMICA COMPLEJA**

Carlos Eduardo Maldonado\*

### **Abstract:**

This paper studies the international relations as a particular case of the general study of complex dynamical networks. The topological structures and behaviors of the networks are comprehended from the point of view of second-order logic which enables to understand the real field of work when studying geopolitics, namely, geometry.

**Key Words:** complexity, second-order logic, networks, (theory of) international relations, geometry.

### **Resumen:**

En este texto se estudian las relaciones internacionales como un caso particular del estudio de las redes dinámicas complejas. Las estructuras topológicas y los comportamientos de las redes son abordadas desde una lógica de segundo orden gracias a la cual se entiende que, cuando se estudia geopolítica, el campo de trabajo es la geometría.

**Palabras claves:** complejidad, lógica de segundo orden, redes, (teoría de las) relaciones internacionales, geometría.

### **Introducción**

Este artículo se propone explorar la idea de la lógica del multilateralismo<sup>1</sup>. El valor de esta exploración consiste en que permite, a partir suyo, elaborar una analogía para explorar otras lógicas semejantes, tales como el multiculturalismo –a nivel nacional, continental o mundial-, y en general las redes que implican diversidad; notablemente, diversidad cultural. Hay organismos internacionales que sirven como ejemplos fáciles e hilos conductores para la exploración de esta lógica.

---

\* Profesor-investigador CIPE, Facultad de Finanzas, Gobierno y Relaciones Internacionales, Universidad Externado de Colombia. Miembro de la línea sobre “sistemas complejos, política y gobernabilidad” del Grupo “Opera”, reconocidos por Colciencias.

<sup>1</sup> Este trabajo es un avance de una investigación que adelanto actualmente en el CIPE sobre sistemas complejos, política y ciencias sociales.

En la exploración de la lógica del multilateralismo, se hace inicialmente, una breve precisión acerca de la naturaleza misma de la lógica, gracias a la cual se hace énfasis en el valor de las lógicas no-clásicas en general. Enseguida se elabora una tipología de las relaciones internacionales cuya finalidad consiste en mostrar la complejidad del multilateralismo. A partir de esta tipología se presenta la estructura y los conceptos para el estudio de una red dinámica compleja. Sobre la base de estos argumentos se procede a una traducción de lo que precede hacia la comprensión del problema del multilateralismo.

La idea básica de este texto es la de que el multilateralismo es un caso particular del estudio de redes. El valor de elaborar y trabajar con redes consiste en entender la estructura, las propiedades y los comportamientos de esas redes. La idea fundamental con respecto a las redes es que en ellas los elementos –anteriormente o abstractivamente aislados-, se comportan de otra manera y *son* efectivamente de otro tipo que si no estuvieran dentro de las redes. El estudio de las redes dinámicas forma parte de las nuevas ciencias de la complejidad.

El nivel de reflexión será, por tanto, el de una lógica de segundo orden, en el sentido empleado en lógica y en filosofía de la lógica. Desde aquí es perfectamente posible, y necesario, traducir los análisis y reflexiones a una lógica de primer orden. Esto exactamente es lo que hacemos al final de este texto.

#### Una observación acerca de la lógica

La naturaleza y el sentido de la lógica constituyen un serio motivo de reflexión que forma parte de la filosofía de la lógica pero cuyas implicaciones y consecuencias se extienden a los diversos campos y problemas del conocimiento y, con ellos y desde ellos, ulteriormente al mundo mismo o a la realidad. Seguramente, uno de los problemas más álgidos acerca de la naturaleza de la lógica tiene que ver con la discusión sobre si la lógica existe efectivamente en la realidad, o si, por el contrario, es un mecanismo de intelección de la realidad y del mundo. El título en el que se condensa este problema es conocido como la falibilidad de la lógica. Este es un problema específico de la filosofía de la lógica o también, se trata de un problema filosófico de la lógica. Este problema

concierno de manera directa y necesaria a la determinación del ámbito de la lógica (Quine, 1986; Haack, 1991).

De acuerdo con la primera posición, el mundo o la realidad –por ejemplo los fenómenos naturales, o también los procesos y comportamientos sociales- son efectivamente lógicos, esto es, poseen una lógica por sí mismos, de suerte que los lógicos, los filósofos y los científicos sencillamente se dan a la tarea de desentrañar esta lógica y determinar su validez. Uno de los resultados de esta búsqueda se condensa en el concepto de “ley”, con lo cual se concluye que existen leyes en la naturaleza o en la sociedad. Por su parte, de acuerdo con la segunda opción, el mundo y la realidad carecen de una lógica propia y, por el contrario, la tarea de la ciencia, la lógica y la filosofía consiste en otorgarle lógica, esto es, inteligibilidad a lo que carece de sentido y de significación por sí mismo.

Esta discusión surge inicialmente al interior de la única lógica existente hasta un momento dado en la historia –*grosso modo*, desde la Grecia antigua hasta mediados del siglo XX-, a saber: la lógica formal (clásica). Pero esta misma discusión se hace más compleja cuando surgen otros sistemas lógicos distintos o alternativos a la lógica formal conocidos originalmente como sistemas alternativos de notación, y posteriormente, de una manera mejor, como lógicas no-clásicas.

Algunas de las lógicas no-clásicas –y que pueden emplearse en el contexto del estudio del multilateralismo, esto es, de la geopolítica- son la lógica difusa, la lógica del tiempo, las lógicas paraconsistentes y la lógica de los sistemas dinámicos no lineales<sup>2</sup>. La lógica utilizada en este texto es la última por cuanto es aquella que mejor sirve al estudio de las redes y dinámicas en las que existen más de dos términos y en las que el problema central son las *interacciones*. En consecuencia, de manera puntual, el objeto de este

---

<sup>2</sup> Dice uno de los padres de una las lógicas no-clásicas, la lógica paraconsistente: “De modo análogo a lo que sucede en los dominios de la lógica y de la geometría, existen sistemas conceptuales no-clásicos. Éstos pueden diferir del clásico en diversos aspectos: 1) la lógica subyacente puede ser una lógica no-clásica, digamos alguna lógica paraconsistente; 2) la noción de verdad puede no ser la de correspondencia (por ejemplo, nada impide recurrir al concepto pragmático de verdad, habiéndolo definido adecuadamente); 3) el tipo de justificación utilizada depende de muchas circunstancias y puede variar desde la justificación fuerte antes descrita, hasta justificaciones extremadamente débiles, basadas en conceptos cualitativos y subjetivos de probabilidad. En función de estas posibles discrepancias, hay una gran gama de sistemas cognitivos en los cuales el operador K tendría significados muy variados” (da Costa, 2000: 31).

trabajo consiste en sugerir el tránsito de una dinámica de trayectorias hacia una dinámica de interacciones (Maldonado, 2004), lo que se argumentará más adelante.

### Tipología de las relaciones internacionales

Las relaciones internacionales son susceptibles e incluso exigen la diferenciación de diversos niveles o escalas de estudio y explicación. El campo genérico de estas relaciones es la geopolítica<sup>3</sup>. Estos distintos niveles hacen referencia a varios niveles de complejidad. A continuación elaboro, de manera puntual, una tipología de estos distintos niveles.

**Monopolaridad.** Es el caso de un “mundo” concentrado y definido a partir de un centro, por definición único y singular. En la historia de la humanidad este mundo no ha existido, y por ello el concepto de “mundo” está escrito entre comillas. Cuando el mundo ha sido definido en este sentido, se ha tratado en realidad de civilizaciones (Egipto, la China, los Mayas y los Aztecas, etc.) o de momentos político-militares particulares (El imperio de Genghis Khan, y luego también el de su nieto Kublai Khan). La antropología muestra cómo toda cultura se define a sí misma como el centro del Universo<sup>4</sup>. Actualmente, las expresiones más extendidas e ilustrativas, para nosotros, de la idea de un mundo monopolar son, de un lado, el saludo “*Orbis et Orbe*”, remanente de un mundo –el romano en su extensión medieval-, cuya creencia central es la de que “todos los caminos conducen a Roma” (Sloterdijk, 1994); y de otra parte, el modelo y el concepto de “desarrollo”, que tiene canales, voces, tonos y acentos diversos. A. Sen ha llamado la atención insistentemente sobre este último tema.

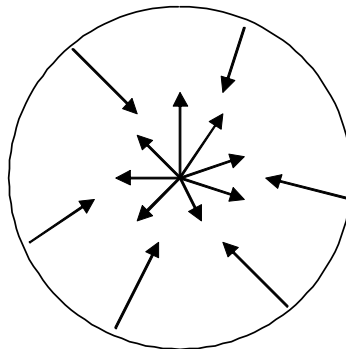
Como quiera que sea, en un mundo monopolar, todas las miradas proceden y se dirigen, a la vez hacia un centro. Este centro generalmente es físico, aunque adquiere también un carácter simbólico.

---

<sup>3</sup> La geopolítica constituye en realidad, tan sólo una parte del estudio de las relaciones internacionales, cuyo complemento es la biopolítica. Sin embargo, no es éste el lugar ni para establecer los tipos de relaciones entre geopolítica y biopolítica ni tampoco, y debido a la novedad del campo de estudio de la biopolítica, es este el lugar para preciar el ámbito y los temas y problemas constitutivos de la biopolítica. He trabajado estos temas en (Maldonado, 2003).

<sup>4</sup> Debo esta última observación a Guillermo Páramo.

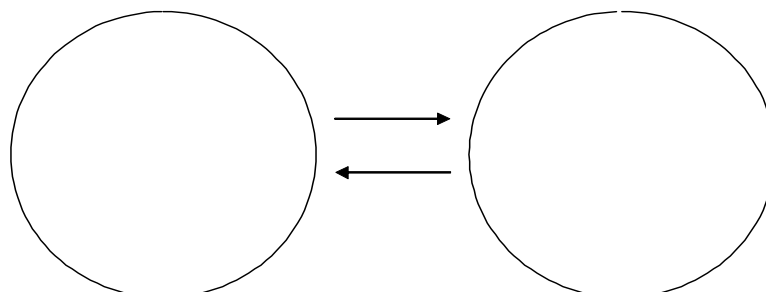
El siguiente diagrama ilustra un mundo “monopolar”.



**Bipolaridad.** Un mundo bipolar sí ha existido, y surgió como resultado del Encuentro de Yalta, al finalizar la segunda guerra mundial. Como resultado de Yalta, el mundo se descubrió por primera vez, al mismo tiempo integrado y fraccionado en dos grandes bloques. Integrado gracias fundamentalmente a la emergencia de la tecnología, y fraccionado en los dos bloques: el sistema capitalista mundial y el sistema del socialismo real. Este mundo se prolonga hasta Octubre de 1989 cuando cae el Muro de Berlín, y posteriormente, de manera definitiva, en 1991 cuando, a raíz del Glasnot y de la Perestroika, el sistema socialista se derrumba por completo. La lógica de este mundo fue definida, con ayuda de la teoría de juegos y la teoría de la decisión racional, por parte de Th. Schelling (1960, 1980) como “la estrategia del conflicto”.

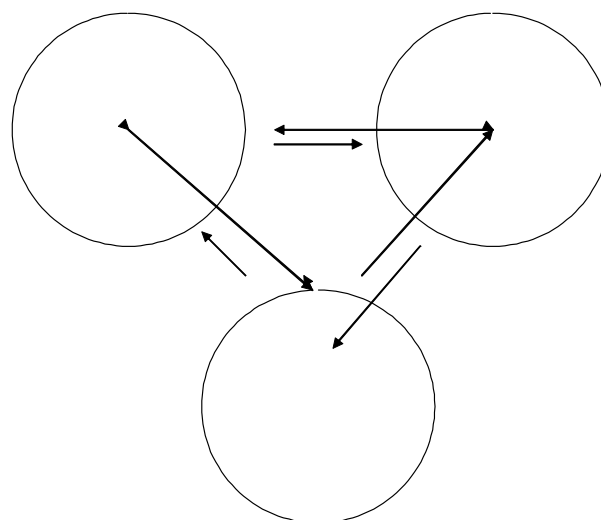
La bipolaridad es la definición de un mundo que se define entre dos partes, cada una como negación y en oposición a la otra. El concepto lógico adecuado para esta situación es el de “dilema”. En una escala menor, la bipolaridad se traduce como el bilateralismo, con respecto al cual es preciso observar que el mismo no implica necesariamente simetría.

El diagrama a continuación ilustra este caso:



**Tripolaridad.** Un mundo puede decirse que es tripolar cuando está definido por tres centros diferentes, cada uno, a su vez, como negación y en oposición a los otros. La división del mundo en tres términos condujo, a partir de una iniciativa de la China de Mao a la creación del concepto de “tercer mundo”, como distinción relativamente al mundo del capitalismo y al del socialismo real cuyo centro se concentraba en Moscú. El concepto de tercer mundo parece haber desaparecido de los documentos oficiales de los organismos internacionales, pero aún es ampliamente empleado particularmente por parte de sociólogos, historiadores y teóricos de la política. (Precisamente en relación con el concepto de “tercer mundo”, se ha creado recientemente la categoría sociológica de “cuarto mundo” y que se refiere a los pobres y marginados de los países desarrollados (notablemente, en Europa, Estados Unidos y Japón). El concepto lógico que puede emplearse para un mundo de tres polos o frentes es el de “trilema”. Los tipos de relaciones y de definiciones no presentan ninguna simetría ni homología. (Por ello en la ilustración abajo las flechas no son nunca iguales).

El siguiente cuadro ilustra esta situación.



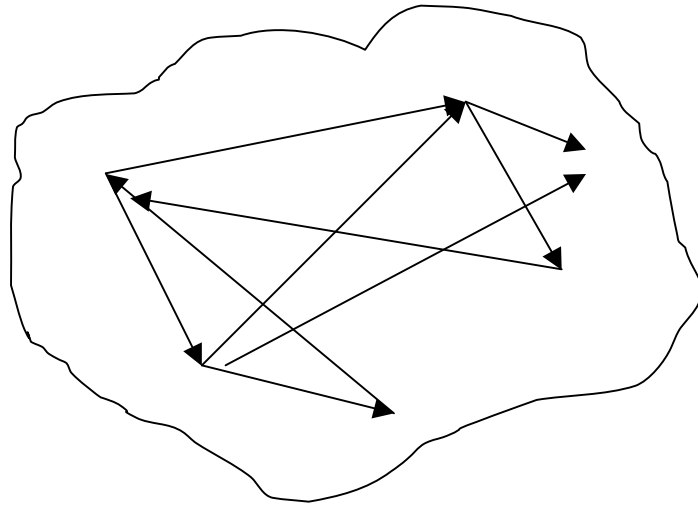
Una estructura tripolar sólo tiene aquí valor como un caso límite para hacer el tránsito hacia el multilateralismo. Para los fines de la tipología aquí bosquejada, carece, por

tanto, de sentido hablar, ni siquiera a título especulativo, de opciones en las que se consideren cuatro o más miembros.

**Multilateralismo.** Mientras que los tipos anteriores están definidos por los principios de *exclusión* y de *negación*, el multilateralismo se caracteriza por el principio de *complementariedad* (un principio originario de la lógica y la teoría de conjuntos). El multilateralismo constituye un caso interesante –con seguridad el de mayor interés de cara al estudio de la lógica de relaciones múltiples entre términos múltiples- en el estudio sobre la topología de las relaciones internacionales.

A nivel mundial el multilateralismo no es aún una realidad plena, aun cuando pueden señalarse algunos procesos embrionarios del mismo tales como las asambleas generales de la ONU, la Organización Mundial del Comercio o, en otra escala, quizás también las diversas conferencias y foros mundiales, tales como Johannesburgo, Río, Kyoto, Ankara, Cartagena, etc. En escalas menores pero seguramente más orgánicas, la mejor configuración de una experiencia multilateral es, sin duda alguna, la construcción de la Unión Europea (en la historia que va desde Yalta hasta la actual Europa de los 25, pasando por la Comunidad Europea, el Tratado Schengen, etc.). (Existen otras experiencias, bastante menos consolidadas y mucho más regionales de multilateralismo, como el proceso de construcción de la Unidad Panafricana o el Nafta. En las Américas en general –exceptuando el Nafta-, el multilateralismo ha estado marcado por la profunda asimetría en las relaciones entre Estado Unidos y América Latina, o también, al interior de las relaciones latinoamericanas, por un aislamiento entre los países).

Puesto que el objeto de este trabajo es el de explorar precisamente la lógica del multilateralismo, el siguiente diagrama quiere simplemente anticipar una idea de aquello de lo cual se trata, a saber: de una compleja red de relaciones. (Por ello, justamente, el diagrama general adquiere la forma semejante a una célula: a fin de indicar el carácter orgánico, esto es, dinámico, de las relaciones múltiples y diversas definitorias del multilateralismo).



### Estructuras y conceptos para el estudio de una red dinámica compleja

Las redes están en todas partes, pero este es un descubrimiento perfectamente reciente. El estudio de las redes forma inicialmente parte de un capítulo reciente de las matemáticas: la teoría de nudos, y luego también, la teoría de grafos o teoría de *redes*. Los problemas principales de la teoría de nudos son (Stewart, 1998):

- 1-. Determinar si un nudo está realmente anudado;
- 2-. Dados dos nudos, determinar si son equivalentes;
- 3-. Hacer una clasificación de todos los nudos posibles.

Un nudo es un bucle cerrado contenido en el espacio tridimensional ordinario. Una red es un conjunto de varios de estos bucles. En otras palabras, cada uno de estos bucles es un componente de dicha red. Así, “red” es un concepto más general que “nudo”. Pues bien, el objeto de estudio de las redes constituye y define precisamente a la teoría de grafos (o teoría de redes)<sup>5</sup>. A partir de estas ideas, numerosas ciencias se han

---

<sup>5</sup> El padre de la teoría de grafos fue P. Erdős (1913-1999) quien, más que ningún otro matemático en la historia, ha sido el principal responsable para que las matemáticas se conviertan en una actividad social;

beneficiado –y se benefician cada vez más- de estos conceptos. El lugar en el que se inscriben la teoría de nudos y la teoría de redes es un campo de las matemáticas de difícil definición: la topología<sup>6</sup>.

Pero las redes son de distinto tipo. Aquí nos concentraremos en los dos tipos principales por genéricos, desde el punto de vista de su estructura topológica. Cabe distinguir dos tipos principales de redes: las redes aleatorias y las redes dinámicas complejas. Las primeras se denominan así debido a que no hay una razón determinante que establezca que una red es de un tipo y no de otro. No es esta clase de redes las que aquí nos interesan puesto que su contribución para el estudio de redes sociales, tales como las relaciones internacionales, es muy limitada. Por su parte, las segundas se caracterizan por que las relaciones y los términos relacionados están marcados por una permanente movilidad, no siempre previsible ni uniforme. Una red puede a la vez tener muchas unidades (*clusters*) y ser de escala libre, cuando pequeños nodos fuertemente entrelazados están conectados a grupos más amplios pero menos cohesionados<sup>7</sup>.

Pues bien, el estudio de las redes sugiere de manera inmediata dos líneas de análisis. En un caso, es importante *describir* estas redes, esto es, describir la dinámica –¡en el tiempo!- de las redes. Una forma para ello consiste en simularlas. En otro caso, se trata de *explicarlas*, para lo cual las simulaciones pueden servir como herramientas para el análisis conceptual. No existe ninguna relación necesaria entre la descripción y la explicación, si bien aquella es condición para ésta (Da Costa, 2000).

En otras palabras, las redes aleatorias son redes sin escalas y las redes dinámicas complejas pueden ser caracterizadas de manera puntual como redes de escala-libre (*scale-free*). Las primeras están marcadas por la aleatoriedad. El problema de la aleatoriedad puede aportar vetas de trabajo grandes, pero en el caso de las relaciones

---

esto es, notablemente, para que adquieran una amplia relevancia en y con respecto a temas sociales (Hoffman, 1998).

<sup>6</sup> La topología es uno de los componentes de las matemáticas, las cuales, en rigor, consisten en el estudio de estructuras. (Desde este punto de vista, el trabajo del matemático y del filósofo coinciden por completo). Las partes de la matemática se clasifican de acuerdo con las distintas especies de estructuras: álgebra, topología, teoría de conjuntos ordenados, teoría de retículos, geometría diferencial, y otros.

<sup>7</sup> He trabajado la idea de la importancia de los grupos pequeños, por ejemplo, en el contexto de la emergencia de una sociedad civil mundial, en (Maldonado, 2003).

internacionales queda reducido a estimaciones y cálculos probabilísticos dado que la aleatoriedad encuentra su fundamento siempre a partir de factores individuales. La teoría de grafos de P. Erdős constituye una invaluable herramienta para trabajar particularmente redes aleatorias. Las redes aleatorias tienen distribuciones en forma de campana, mientras que las leyes de potencia –que son las que determinan a las redes libres de escala- no poseen un pico, sino, son descritas como una función continuamente decreciente.

A continuación se ilustran una red aleatoria y una de libre escala:

Gráfico a)

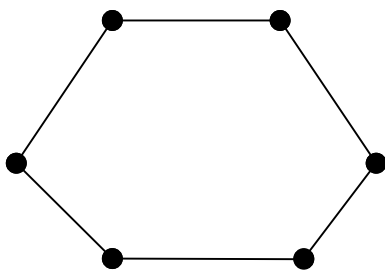
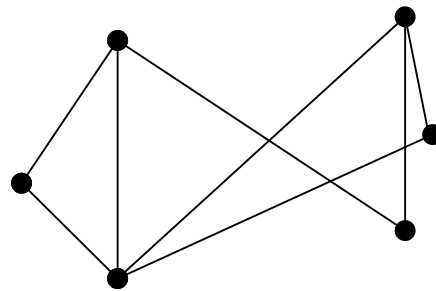


Gráfico b)



Ambas figuras son topológicamente equivalentes, pero las redes o conexiones varían. Hay mayor complejidad de conexiones en el segundo gráfico (b)).

El lenguaje de las redes se concentra en dos conceptos: nodos, y términos o vértices y, análogamente a como lo enseña la lógica, el aspecto verdaderamente importante consiste en determinar los tipos de relaciones (= nodos) entre los términos. Así, un triángulo es un grafo compuesto por tres vértices y tres líneas (nodos). En el caso de los sistemas sociales es muy difícil detectar los centros (*hubs*).

Las relaciones internacionales –las cuales contienen, como es sabido, temas de política económica, fiscal, tratados y pactos jurídicos, relaciones comerciales, tecnológicas y otras-, pueden y deben estudiarse como una red dinámica para lo cual es importante establecer la topología de este tipo de relaciones. Bonabeau y Barabási (2003) han propuesto el concepto de redes libres de escala para comprender las redes dinámicas

complejas<sup>8</sup>. Este concepto sirve para precisar las redes según si poseen escalas o bien si son libres de escalas. Esta distinción es muy importante desde el punto de vista metodológico, lógico y heurístico ya que marca un contraste entre la ciencia tradicional y las nuevas ciencias de la complejidad. De acuerdo con las ciencias y disciplinas tradicionales, los fenómenos se estudian y se explican siempre en correspondencia y en dependencia con las escalas adoptadas. Así, una escala designaba un campo de la realidad diferente del que se revelaba en otra escala diferente. En contraste, es propio del estudio de los sistemas complejos no-lineales el trabajo con, y la adopción de, la multiescalaridad. La multiescalaridad consiste en la descripción y explicación de un fenómeno cualquiera reconociendo la importancia y el valor de la adopción de escalas diferentes, mostrando expresamente de qué manera los cambios de escalas no alteran el fenómeno de estudio sino, por el contrario, contribuyen a su inteligibilidad. Un desarrollo puntual de la multiescalaridad es la geometría de fractales, cuya idea de base es la autosimilitud, esto es, cómo una estructura determinada posee una similitud independientemente de la escala adoptada, y cómo los patrones son variables, dinámicos, constitutivos precisamente por ello de la estructura o la forma del proceso y fenómeno estudiado.

Pues bien, gracias a las redes libres de escala es posible avanzar un paso significativo en el estudio o la determinación de la topología de la geopolítica – una tarea que, hasta donde tenemos información no ha constituido el principal objeto de estudio en campos distintos pero próximos entre sí como los estudios estratégicos, la geopolítica, las relaciones internacionales o, más recientemente, la biopolítica.

El rasgo más determinante en el estudio de las redes –esto es, sus comportamientos, dinámicas y complejidad- consiste en destacar claramente las ventajas de una clase de redes sobre otra. ¿Por qué razón las redes aleatorias tienden a fallar en la explicación de los centros o núcleos de las redes? Porque asume que todos los nodos son iguales. La tendencia de que los ricos se hacen más ricos generalmente favorece a los nodos pioneros. “Primero en el tiempo, primero en la favorabilidad”. Precisamente por esta razón, las redes complejas tienen una ventaja sobre las redes aleatorias. La razón radica

---

<sup>8</sup> El artículo del 2003 es una síntesis de trabajos que tienen su primera y más sólida expresión en las investigaciones en torno a colectivos sociales (*swarms*) y, concomitantemente, a la inteligencia colectiva (*swarm intelligence*): Bonabeau *et al.* (1999), y Kennedy *et al.* (2001).

en el hecho de que aquellas tienden a ser altamente resistentes<sup>9</sup> frente a fallas o errores accidentales. El origen de la robustez de las redes complejas consiste en la solidez y la flexibilidad de las relaciones (Bonabeau *et al.*, 1999; Kennedy *et al.*, 2001).

En efecto, para una red aleatoria, si una fracción crítica de los nodos es suprimida, el sistema entero se rompe en pequeñas islas incomunicadas. Pero las redes complejas son sensibles a ataques sistemáticos organizados. (El mérito de las ciencias de la complejidad consiste, en el estudio sobre los distintos tipos de redes, y en particular en el llamado fuerte que hace a la favorabilidad de las redes dinámicas complejas o redes libres de escala sobre las redes aleatorias en un factor determinante: la (re)olución de problemas)<sup>10</sup>.

Como se aprecia fácilmente, la descripción y la explicación de las redes constituye una condición para el trabajo en y con redes y para los procesos de decisión al interior de estas redes y con respecto a ellas. Si los estudios más recientes destacan con claridad a las redes dinámicas complejas, llamadas igualmente redes libres de escala es precisamente debido a que en ellas emergen y se autoorganizan comportamientos, fenómenos y procesos que, debido a su flexibilidad, robustecen las decisiones y las acciones de manera que los componentes de las redes pueden convertirse en potenciales catalizadores de nuevas y mejores posibilidades.

---

<sup>9</sup> La capacidad de resistencia, esto es, la robustez de las redes se expresa en inglés con el término *resilience* de origen ecológico. La *resiliencia* es la capacidad que tiene una especie o también un nicho ecológico para adaptarse a los cambios del medio ambiente gracias a lo cual puede transformar, a su vez, el medio ambiente al cual se adapta. De esta suerte, la resiliencia es el concepto clave que se encuentra en la base de los fenómenos y procesos marcados por *coevolución*. “Many species of social insects have a division of labor. The resilience of task allocation exhibited at the colony level is connected to the elasticity of individual workers. The behavioral repertoire of workers can be stretched back and forth in response to perturbations. A model based on response thresholds connects individual-level plasticity with colony-level resiliency and can account for some important experimental results. Response thresholds refer to likelihood of reacting to task-associated stimuli. Low-threshold individuals perform tasks at a lower level of stimulus than high-threshold individuals” (Bonabeau *et al.*, 1999: 109).

<sup>10</sup> Una de las características centrales del trabajo con sistemas complejos consiste en el hecho de que se trabaja fuertemente con analogías. Así, tiene sentido lo siguiente: “... it is clear that social insects and, more generally, natural systems, can bring much insight into the design of algorithms and artificial problem-solving systems. In particular, *artificial swarm-intelligent systems are expected to exhibit the features that may have made social insects so successful in the biosphere: flexibility, robustness, decentralized control, and self-organization*”, (Bonabeau *et al.*, 1999: 271), (subrayado, C.E.M.).

La lógica de las redes sin escala es sencilla. La mayoría de los vértices sólo poseen unas cuantas relaciones, pero unos cuantos vértices poseen miles de conexiones. Cuanto más conectado esté un vértice, es más altamente probable que pueda tener aún mayores conexiones y por consiguiente mayores grados de libertad. En el mundo real puede apreciarse, a partir de lo que precede, un carácter creciente de las redes reales, y en consecuencia, un proceso de selección de redes débiles con respecto a redes robustas, y de redes aleatorias con relación a redes dinámicas complejas.

Dos mecanismos explican y se encuentran en la base de las redes libres de escalas: el crecimiento y el vínculo preferencial (*preferential attachment*). De manera interesante, el mecanismo de vínculo preferencial tiende a ser lineal.

En las redes dinámicas complejas la distribución de los nodos sigue una ley potencial (*power law*). En matemáticas, se dice (Bak, 1996) que hay una ley potencial cuando alguna cantidad  $N$  puede expresarse mediante alguna potencia de otra cantidad  $s$ .

$$N(s) = s^{-t}.$$

De acuerdo con Bonabeau y Barabási (2003), con Bonabeau *et al.* (1999) y con Kennedy *et al.* (2001), en las redes dinámicas complejas la probabilidad de que cualquier nodo esté conectado a  $k$  es proporcional a  $1/k^n$ . Por razones aún desconocidas, el valor de  $n$  en el término  $k^n$ , tiende a ser entre 2 y 3. Una ley potencial no posee un pico, tal y como sí sucede en una curva; en contraste con las curvas, una ley potencial es descrita como una función continuamente decreciente.

Las leyes potenciales son también patrones fractales (Solé y Goodwin, 2000). Estas leyes pueden restringirse al estudio de situaciones especiales en las que la fuerza motriz es muy lenta, y la respuesta del sistema, rápida. En otras palabras, la geometría de las redes se revela como fractal, y con ello, el estudio de los fractales permite determinar la flexibilidad/robustez de las redes y sus dinámicas. Pero, lo que es aún más determinante, permite asimismo anticipar eventuales desarrollos y comportamientos hacia futuro.

Hay un lugar en el que el estudio de la dinámica de los sistemas complejos, la lógica de segundo orden y en particular las lógicas no-clásicas y la topología coinciden<sup>11</sup>. Se trata del núcleo mismo del estudio de la complejidad, por ejemplo, gracias al estudio de las redes dinámicas complejas: el tránsito de una dinámica de trayectorias a una dinámica de interacciones. Exactamente en este punto las ciencias de la complejidad establecen una diferencia radical con respecto a la ciencia, la lógica y la filosofía tradicionales.

Anticipada a partir de la primera de las ciencias de la complejidad –la termodinámica de los sistemas alejados del equilibrio, desarrollada originalmente por I. Prigogine<sup>12</sup>, la dinámica de interacciones llama la atención no simplemente sobre las trayectorias de los fenómenos, sino además y principalmente, acerca de los entrelazamientos, sutiles y manifiestos, de inmediato y de largo alcance, y que dan lugar justamente a la configuración de redes<sup>13</sup>. Pues bien, las relaciones internacionales constituyen un tipo específico de una red dinámica compleja.

El problema sensible consiste, por consiguiente, en determinar la topología de una red, como una manera para caracterizar el comportamiento de la red. El tema se torna verdaderamente apasionante cuando, como es notablemente el caso de los sistemas sociales humanos, los nodos mismos pueden no ser homogéneos, ni tampoco estables, sino, marcados por una variedad temporal. En otras palabras, la dinámica del cambio no

---

<sup>11</sup> Hay aquí una dificultad grande. Bajo una mirada ligera, pareciera sugerirse en lo que antecede una correspondencia o incluso una equivalencia entre la topología y la referencia a los fractales a partir de la indicación –correcta, por lo demás– según la cual las leyes potenciales son también patrones fractales. A fin de superar esta apariencia, bien vale la pena recordar la advertencia o mejor, la invitación del padre de la geometría de fractales: un estudio matemático de la forma debe ir más allá de la topología. Volviendo al clásico ejemplo sobre la medición de las costas, dice Mandelbrot: “...la topología *no es capaz* de distinguir entre distintas costas. (...) Distintas costas tienden a tener dimensiones fractales diversas. Las diferencias en la dimensión fractal reflejan diferencias *de forma en un aspecto no topológico*, que propongo llamar *forma fractal*. La mayoría de problemas realmente interesantes combina aspectos fractales y topológicos de una manera cada vez más sutil” (1997: 34-5).

<sup>12</sup> Al respecto, véase (Maldonado, 2004b).

<sup>13</sup> A partir de un problema –en realidad una conjetura– formulado por Poincaré conocido como el problema de los tres cuerpos (en la bibliografía técnica: *the Three-Body Problem*), el tema de estudio consiste en las interacciones simultáneas entre los tres objetos, sin reducirlos entre sí, analíticamente. Este problema revela la existencia de geometrías de más de tres dimensiones. Este problema es uno de los caminos que darán origen a la topología, y en realidad es objeto de trabajo tanto de físicos como de matemáticos. Un desarrollo ulterior del problema de los tres cuerpos fue adelantado por D. Pines y es conocido como el problema de los múltiples cuerpos (más de tres cuerpos) (*the Many-Body Problem*). Son estos problemas que con motivaciones diversas provenientes de la cosmología (estudio del sistema solar, por ejemplo), la física, la geometría Riemanniana, y otros. Como se comprende fácilmente, hacemos aquí una extrapolación hacia el campo de los sistemas sociales humanos.

depende de los términos o vértices, sino de las redes mismas, y que más fácilmente se puede caracterizar como el resultado de los sucesos mismos.

Ahora bien, las características topológicas de los sucesos son: la *coincidencia* de dos sucesos y la noción de *proximidad* en el espacio-tiempo de dos sucesos (Friedman, 1991).

### Traducción al problema del multilateralismo

La tesis que he querido sugerir es la siguiente: el estudio de nudos y redes, un caso de lo cual son las relaciones internacionales, corresponde en rigor a pensar geoméricamente. Precisamente por ello, el marco específico de las relaciones internacionales es la topología y, el marco general, la dinámica de sistemas complejos adaptativos.

La topología, esto es, la estructura de variedad, consiste en el estudio de transformaciones bicontinuas que aparentemente no poseen una lógica. Estas transformaciones se llevan a cabo o se alimentan de transformaciones conformes (ángulos) y de transformaciones afines (líneas). Pues bien, estas transformaciones resultan de las estructuras métricas (isometrías) entre vértices y nodos (Friedman, 1991). Así, el estudio de las relaciones internacionales corresponde, estrictamente hablando, al estudio de estructuras geométricas, según si éstas se conservan o se transforman. Este reconocimiento es una contribución específica del estudio de la dinámica de los sistemas complejos.

El método empleado aquí ha sido, en contraste con las observaciones usuales en el estudio de redes tales, por ejemplo, como las relaciones internacionales, no en definir la estructura geométrica a partir de la observación del comportamiento de entidades (relativamente) observacionales, sino, por el contrario, en tomar como explícitamente primitivas las entidades geométricas para definir, por medio suyo, las entidades de naturaleza más observacional. Precisamente en esto consiste, de manera puntual, la

diferencia entre una lógica de primer orden, y la lógica de segundo orden (o, en general, lógicas de orden superior)<sup>14</sup>.

Pensar un mundo multilateral y hacerlo posible significa incorporar necesariamente otras lógicas diferentes a la lógica formal clásica por una razón puntual: el principio de identidad de la lógica y las matemáticas tradicionales no es respetado, o bien porque este principio se deroga o se restringe en alguna de sus posibles formulaciones (da Costa, 2000: 71). En verdad, la lógica formal encuentra enormes limitaciones a la hora de estudiar fenómenos cambiantes –adaptativos- tales como las relaciones internacionales, puesto que, como ha sido suficientemente puesto de manifiesto por la filosofía de la lógica y la filosofía de la ciencia, su naturaleza no le permite ver fenómenos y comportamientos marcados por contradicciones, paradojas, no-linealidad, difusividad o emergencias, por ejemplo. Desde este punto de vista, cabe decir que la lógica formal clásica es la lógica de un mundo unipolar y, máximo, bipolar<sup>15</sup>.

En relación estrecha con la importancia de los mapas sin escalas, vale la pena llamar la atención sobre los procesos de autoorganización, las movilidades y los equilibrios dinámicos como herramientas para pensar un mundo multilateral, aun cuando deban ser el objeto de consideraciones de otro texto. En términos generales, el objeto de estudio es el de establecer las estructuras topológicas y los comportamientos reales y posibles, por ejemplo, entre la CAN, Mercosur, la Unión Europea, el ALCA, etc.; las relaciones entre el G-8, la OCDE, Mercosur, y la Comunidad Andina de Naciones, por ejemplo, sin dejar de mencionar el TLC; una política de contención y una de liberación.

Existe una dificultad –en realidad una *limitación*- en el caso del estudio de las relaciones internacionales. Se trata del grado de complejidad estructural de las relaciones internacionales. En su expresión de máxima complejidad, la matriz es limitada pues se reduce a una entrada de 202 Estados por 202. En los estudios sobre redes complejas, ésta se denomina la “propiedad de ser un mundo pequeño”, y que plantea el problema

---

<sup>14</sup> Friedman extrae de esta idea una consecuencia científica y filosófica altamente radical: las propiedades y relaciones no definibles en función de propiedades topológicas y relaciones de orden no existen objetivamente (1991: 364). Debo dejar aquí de lado, sin embargo, la ponderación filosófica de esta idea.

<sup>15</sup> He explorado esta idea en (Maldonado, 2003).

de cómo determinar el grado de complejidad de la civilización humana considerada como un todo<sup>16</sup>.

En el actual estado de cosas en el mundo, el multilateralismo es un deseo o una necesidad, puesto que el multilateralismo no es –aún– una realidad mundial. Pero, tal y como lo enseñan las redes dinámicas complejas (RDC), para que el mundo como una unidad sea viable, es necesaria la implementación de RDC. Unos ensayos de éstas son a nivel estatal y gubernamental, notablemente, las conferencias internacionales: Río, Kyoto, Johannesburgo, etc.; incluso, aunque interesadas, tales son también las reuniones anuales de Davos (El Foro Económico Internacional); y a nivel de la sociedad civil, tales son, por ejemplo, las distintas expresiones del Foro Social Mundial.

Los análisis aquí elaborados pueden ser extendidos al estudio de redes de complejidad análoga, en escalas diferentes, a las de las relaciones internacionales. Por ejemplo, a los tipos de relaciones en un continente o subcontinente, a las dinámicas en las que existe un número alto de términos con relaciones múltiples y dinámicas, en escalas nacionales, o incluso también al estudio del multiculturalismo.

Es un fenómeno generalizado el reconocimiento de que las estructuras jerárquicas están desapareciendo o tienden a desaparecer (Bar-Yam, 1997). Desde el punto de vista del estudio de la dinámica de los sistemas complejos, la razón principal radica en el hecho de que las estructuras jerárquicas no son capaces de suministrar una complejidad mayor; ya sea una complejidad estructural, funcional, algorítmica, informacional u otra. Este reconocimiento está teniendo lugar en muchos sistemas, naturales y artificiales, y en escalas múltiples. Exactamente en este sentido, con mucho tino, se define el estudio de la complejidad de un sistema como la determinación de los grados de libertad de dicho sistema<sup>17</sup>. Asistimos a una transición de estructuras jerárquicas hacia estructuras nodales (*networked structures*). Uno de los temas de investigación más sensibles consiste, por

---

<sup>16</sup> Cfr. (Bar-Yam, 1997, págs. 791 y sigs.). Una consideración detallada de los argumentos que sostienen a este problema, así como de las dificultades con que se enfrenta y que entraña, es el objeto de otro texto que me encuentro preparando, como parte de la investigación que adelanto y que menciono al comienzo de este artículo.

<sup>17</sup> Esta definición está fundada en la ortogonalidad de un sistema cualquiera, un tema que tiene unas connotaciones más técnicas y que nos permitimos omitir, por razones de espacio, aquí. En este contexto es suficiente con la comprensión mencionada de la complejidad. Sin embargo, para una ampliación de esta idea, véase Bar-Yam (1997), en particular págs. 805 y sigs.

tanto, en el estudio de esta transición. Las nuevas ciencias de la complejidad constituyen una importante herramienta en esta dirección.

### Referencias

Alchourrón, C., (ed.), (1995). *Lógica*. Madrid: Trotta/Consejo Superior de Investigaciones Científicas

Bak, P., (1996). *How Nature Works. The Science of Self-Organized Criticality*. New York: Springer-Verlag

Barabási, A.-L. and Bonabeau, E., (2003). "Scale-Free Networks", en: *Scientific American* (May), págs. 50-59.

Bar-Yam, Y., (1997). *Dynamics of Complex Systems*. Reading, MA: Addison-Wesley

Bonabeau, E., Dorigo, M., Theraulaz, G., (1999). *Swarm Intelligence. From Natural to Artificial Systems*. New York/Oxford: Oxford University Press (Santa Fe Institute, Studies in the Sciences of Complexity).

da Costa, N., (2000). *El conocimiento científico*. México: UNAM (original en portugués, 1997).

Friedman, M., (1991). *Fundamentos de las teorías del espacio-tiempo*. Madrid: Alianza (original en inglés, 1983).

Haack, S., (1991). *Filosofía de las lógicas*. Madrid: Cátedra (Primera edición en inglés, 1978, Cambridge University Press).

Herrick, P., (2000). *The Many Worlds of Logic*. Orlando, FL: Harcourt Brace & Co.

Hoffman, P., (1998). *The Man Who Loved Only Numbers. The Story of Paul Erdős and The Search for Mathematical Truth*. New York: Hyperion

<http://www.nd.edu/~networks>

<http://www.santafe.edu/sfi/research/focus/networkDynamics/index.html>

Kennedy, J., Eberhardt, R., with Shi, Y., (2001). *Swarm Intelligence*. Morgan Kaufmann Publishers.

Maldonado, C. E., (2003). *Filosofía de la sociedad civil*. Bogotá: Siglo del Hombre Editores.

-----, (2004a). *Biopolítica de la guerra*. Bogotá: Siglo del Hombre Editores.

-----, (2004b). “¿En qué sentido puede hablarse de diálogo entre las ciencias? Acerca de las nuevas ciencias de la complejidad”, en: *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* (en prensa).

Mandelbrot, B., (1997). *La geometría fractal de la naturaleza*. Barcelona: Tusquets (primera edición en inglés, 1977)

Quine, (1984). *Filosofía de la lógica*. Madrid: Alianza

Schelling, Th., (1980). *The Strategy of Conflict*. Cambridge, MA/London: Harvard University

Sloterdijk, P., (1994). *En el mismo barco. Ensayo sobre la hiperpolítica*. Madrid: Ediciones Siruela (original en alemán, 1993, Suhrkamp).

Solé, R., and Goodwin, B., (2000). *Signs of Life. How Complexity Pervades Biology*. New York: Perseus Books

Stewart, I., (1995). *Concepts of Modern Mathematics*. New York: Dover Publications, Inc.

-----, (1998). *De aquí al infinito. Las matemáticas de hoy*. Barcelona: Crítica