

# EVOLUCION Y TEORIA DE LOS SISTEMAS

Alberto CARRERAS GARGALLO

Las teorías sistémicas y estructurales se han desarrollado en el tercer cuarto del presente siglo, renovando la epistemología de las ciencias e impregnándolas de un cierto tinte estaticista o antievolucionista. Dentro de ellas, el modelo cibernético de sistema, a pesar de sus limitaciones teóricas para explicar los procesos de génesis, de cambio y, por consiguiente, de evolución, ha logrado un predominio casi absoluto, eclipsando otras alternativas. En torno al concepto de *autoorganización natural* están convergiendo actualmente, sin embargo, numerosos teóricos de las ciencias naturales y sociales, intentando superar las limitaciones del cibernatismo.

## EL SISTEMISMO ACTUAL

Para dar cuenta de las aportaciones de este modelo, de su rápida difusión y de las ideas antievolucionistas que lo impregnan, convendría hacer un poco de historia y considerar los contextos sociológico y epistemológico en los que se desarrolla.

El gran impulso de las nuevas ideas sistémicas tuvo lugar después de la 2ª guerra mundial. La cibernética, como teoría de los mecanismos de autocontrol fue expuesta por Wiener en 1948<sup>1</sup>. Ya antes, la Fundación Macy había organizado un serie de conferencias públicas sobre este tema prometededor para la ciencia y la técnica. Mc. Culloch las presidió, y en ellas parti-

ciparon los pioneros de la cibernética, Norbert Wiener, John von Neumann y otros científicos. A ellas asistió G. Bateson, preocupado ya anteriormente por la acción del contexto y por la interacción de los fenómenos<sup>2</sup>; él desarrollaría después una tendencia ecologista dentro de la corriente sistémica en antropología, influyendo notablemente en los teóricos de las ciencias sociales. El concepto clave que se introducía era el de retroalimentación (feed-back), sobre todo la negativa, base de la homeostasis de los sistemas. Este concepto había sido ya utilizado por Maxwell al introducir su máquina de vapor con regulador, y por biólogos como Claude Bernard y Cannon en la explicación del equilibrio fisiológico; pero ahora venía a convertirse en una categoría clave; la obtención técnica de circuitos de autocorrección del simple tipo A-B-C-D-A abría las puertas a la construcción de mecanismos autorregulados o autodirigidos.

Poco antes (1947) J. von Neuman y Morgenstein, O.<sup>3</sup>, habían dado a conocer públicamente la teoría de los juegos, y el primero de ellos se hacía conocer por su interés en la construcción de servomecanismos. En 1949 Shannon da forma a la Teoría de la Información<sup>4</sup>, que llegará a formar un tipo de simbiosis con la cibernética.

Estas teorías sistémicas habían tenido sus precedentes: En biología se habían enfrentado, durante la década de los años 20, las concepciones sistémicas y las mecanicistas. Entre los difusores de las primeras, L. von Bertalanffy había lanzado ya sus primeras proposiciones para la elaboración de una Teoría General de los Sistemas que más tarde llevaría a la práctica institucional y publicitaria<sup>5</sup>. A pesar de que Bertalanffy dará cabida a las ideas cibernéticas en sus *General Systems Yearbook*, será personalmente un crítico del modelo cibernético, al que califica de mecanicista y cerrado. No podemos olvidar tampoco que en el dominio de las ciencias sociales, la lingüística de F. Saussure fue la primera ciencia en adoptar una perspectiva estructural<sup>6</sup>. En Psicología tuvo gran influencia la teoría de Gestalt. Y los primeros trabajos biológicos y psicológicos de Piaget anticipaban nociones importantes del sistemismo actual.

Sin embargo, la paternidad del pensamiento sistémico en la época contemporánea, por muchos esfuerzos que se hagan para ocultarla, hay que atribuirlos al materialismo histórico y dialéctico que, desde Marx, se ha ido aplicando a todos los campos de la ciencia; y de Marx habría que remontarse a Hegel y la historia de la dialéctica. Pero aquí se trata de una corriente epistemológica distinta, paralela a la positivista que prevalece en el mundo occidental, y con la que sólo mantiene relaciones indirectas de emulación crítica. Podríamos decir que a partir de la 2ª guerra mundial, el marxismo pier-

de su monopolio del epistema sistémico y pasa, aunque bastante tarde, a compartirlo con el cibernatismo.

La renovación que este último suscita en todos los campos de la ciencia lleva un ritmo de expansión acelerado. Desde la lógica y las matemáticas, pasando por la física, la química, la biología, la geografía y la geología, hasta las llamadas ciencias sociales, todas se han convertido, en el lapso de muy pocos años, al nuevo epistema sistémico. Todas ellas se ven inundadas de nuevas categorías: estructura, totalidad, holismo, interrelación (entre los elementos del sistema, entre éste y sus partes o con el medio que le rodea), retroalimentación, equilibrio homeostático, grupos de transformaciones, inversiones, simetrías, etc. La biología consigue, en 1953 una nueva "revolución" al descubrir la estructura química del código genético; tras la lingüística, e influida también directamente por la cibernética, la etnología se hace estructural con Levi-Strauss; la psicología con Allport y con Piaget; la psiquiatría con Lacan y el nacimiento de la terapia familiar; la sociología y el derecho se renuevan con el sistemismo de N. Luhmann, W. Buckley y Stanford Beer; la ciencia política con D. Easton y G. Almond; y la teoría de las relaciones internacionales con M. Kaplan y P. Braillard. Mientras tanto, la ecología se convierte en ciencia, y se deja de mirar el medio ambiente como un molde formativo (lamarckismo) o selectivo (darwinismo) —mero justiciero de las sentencias dictadas por la ley del más fuerte o del más apto— para llegar a la conclusión de que la comunidad de los seres vivos que ocupan un espacio geofísico constituye, junto con el medio, una unidad organizativa global o ecosistema, reguladora de amplios ciclos bioquímicos y biológicos.

Con E. Laszlo<sup>7</sup> podemos utilizar el término kuhniano de "paradigma" actual de las ciencias para definir el influjo de la perspectiva sistémica en todos estos campos de racionalidad. Durante este tiempo ha habido ya varios intentos utópicos de elaborar una teoría general de los sistemas, que permitiera describir el funcionamiento de todos los posibles sistemas por medio de leyes generales o matemáticas, y que pudiera ser aplicada al estudio y descripción de cada sistema concreto, dando origen así a nuevas formas de unificación de las ciencias. Entre estos intentos, al menos sobre el papel, podemos encontrar los de L. von Bertalanffy, E. Laszlo o J.W. Forrester<sup>8</sup>. El mismo Levi-Strauss insinuaba esta perspectiva cuando mencionaba los isomorfismos estructurales que encuentran diversas disciplinas y que permiten plantear una nueva vía de colaboración interdisciplinaria<sup>9</sup>.

Si bien no hay una teoría de los sistemas, sí podemos hablar de un paradigma extenso o de una mentalidad sistémica. Dentro de ella, sin embargo, hay muchas teorías diversas, a menudo confusamente entremezcladas.

La principal de todas, y a la cual tienen que aludir las demás como a punto de referencia, es la cibernética. El modelo de sistema basado en ella posee dos cualidades que fundamentan su actual superioridad sobre los demás: su sencillez y su valor pragmático o tecnológico.

#### MODELO CIBERNETICO Y ANTIEVOLUCION

Aunque tecnológicamente pueda desarrollar una gran complejidad, el modelo cibernético es teóricamente sencillo. Con unos cuantos conceptos clave, como los de "sistema", "medio", "interrelación", "respuesta", "retroalimentación", "control", etc., y con otros que toma prestados a la teoría de la información, tales como "transmisión", "código", "mensaje", "emisión", "inhibición", etc., consigue explicar o racionalizar desde un sistema cosmológico, pasando por la síntesis protéica y la actividad de un organismo, hasta la demencia en el seno de una familia, la política electoral de los partidos y la crisis de un Estado o una guerra mundial.

Su sencillez le adecuaba para ser utilizado en cualquier campo de investigación, ya que permite la formalización de toda una serie de fenómenos organizativos interrelacionados y de transformaciones del sistema, que no podían serlo con los anteriores modelos atomistas que proporcionaba la física clásica. Esta, aun en su rama más compleja, la termodinámica, sólo había conseguido enunciar un principio organizativo: precisamente el principio de la desorganización creciente.

El modelo cibernético es sencillo porque se limita a dar cuenta del funcionamiento de un sistema estable, prescinde de toda consideración acerca de la génesis del sistema y del problema de sus posibles cambios o evolución más allá de sus actuales reglas de transformación (dado el carácter homeostático del sistema, esta evolución será siempre achacada a la acción de elementos externos imprevisibles); libera al investigador de la tarea de analizar la naturaleza de los elementos del sistema (ya que estos elementos serán a su vez un sistema de subelementos, cuyo análisis corresponde al investigador que analice ese nivel); y por ello tampoco se ocupa de analizar las virtualidades del sistema, sus tensiones internas o las causas de ese funcionamiento que se limita a describir.

Esta limitación de los objetivos de la ciencia proviene ya de una tradición empirista y pragmática lejana. Desde su nacimiento, el empirismo asigna a las ciencias experimentales dos finalidades: Por un lado, la descripción

de unos hechos, de unos datos constatables, de los fenómenos que aparecen. Por otro lado la tarea de construir hipótesis verificables. Toda teoría, como racionalización subjetiva de unos hechos o datos, sólo será válida, en cuanto hipótesis, si es confirmada experimentalmente; y carecerá incluso de significación si no es verificable o falseable empíricamente. Desde Galileo, el experimento es la piedra de toque de toda teoría.

Con ello se imponen unos límites a nuestra posibilidad de racionalizar o conceptualizar una realidad que aparece a la actividad preceptiva e investigadora del hombre: la de tener que construir, o al menos idear, un experimento que pueda confirmarla o desmentirla. El conocimiento científico deberá pues subordinarse siempre a la capacidad técnica de la humanidad; o al menos al desarrollo ideal de modelos tecnológicos.

Simultáneamente quedaban erradicados del campo científico todos los intentos de racionalizar la historia, así como cualquier teoría general sobre los sucesos y los cambios particulares e irrepetibles.

Sobre este suelo ha nacido la Teoría de los Modelos, considerados como hipótesis científicas. El modelo no es, ni intentará ser, una copia de la realidad objetiva, sino una forma de conexionar subjetivamente una serie de datos y de fenómenos constatables. La realidad "objetiva", inalcanzable, no puede medir la validez de los modelos que acerca de ella construimos. Estos son siempre artificios de valor pragmático. Por ello, considero que un modelo no es más que una serie de fórmulas operativas; independientemente de que sean sistémicas o no, y de que estén expresadas en un riguroso lenguaje lógico-matemático o en un lenguaje simbólico y metafórico natural, estas fórmulas permiten interrelacionar los datos considerados de manera que se puedan predecir las modificaciones de todos ellos tras la modificación de uno de estos elementos o parámetros.

En definitiva, el modelo es un conjunto ideal de acciones, operaciones o experimentos posibles que podemos realizar sobre los elementos tomados en consideración, y sintetiza las formas de verificar cualquier proposición que hagamos sobre los mismos, siempre que se halle implicada dentro de la "hipótesis" que el modelo representa.

Dentro de este contexto el modelo cibernético viene a sustituir a los antiguos, cuyas explicaciones se basaban en una concepción lineal de la casualidad, del tipo "estímulo-respuesta", "causa-efecto" o en correlaciones estadísticas entre fenómenos dispares. El nuevo modelo permite formalizar (y por lo tanto hace verificables) diversos modos y niveles de interacción: entre los elementos del sistema, entre éste y sus elementos individuales; y elabora para sus explicaciones nuevos tipos de casualidad circular. Además,

habiendo nacido de las nuevas y más complejas formas de tecnología tiene reconocido su valor pragmático, sea cual sea el nivel de investigación en el que sea aplicado.

Junto a estas cualidades, presenta también una serie de deficiencias, que ya hemos mencionado anteriormente, como su incapacidad para dar cuenta de la génesis del sistema o de sus potencialidades para el cambio (al margen de la acción de agentes exteriores) y, por tanto, para explicar la evolución natural; su negación de los conflictos y contradicciones internos, debidos a las coacciones y represiones mutuas de unas partes sobre otras; negación encubierta por la idea de la complementaridad circular del sistema homeostático. Finalmente, la desconsideración de los elementos del sistema (o de los sujetos, en el caso de estructuras sociales), que aparecen como meros efectos de un sistema formal autosubsistente, en lugar de ser los creadores del mismo y los instrumentos del cambio.

Paradójicamente, estas limitaciones del modelo en cuestión, han favorecido su expansión dentro de una sociedad políticamente interesada en negar valor científico a cualquier teoría que pretenda dar cuenta de la evolución sin el recurso a la acción de factores exógenos.

Y si aquí nos vemos obligados a abandonar el campo estrictamente epistemológico para referirnos esporádicamente al político, es porque la política ha jugado siempre un papel fundamental cuando se ha tratado de definir lo que es racional o científico en una época determinada.

El cibernético, como ideología, se desarrolla en USA en plena guerra fría contra la dialéctica y el marxismo. En muchos de sus teóricos y propagandistas encontramos un componente abiertamente antidialéctico y un deseo de descalificar las tesis socio-históricas del marxismo sobre la evolución de las sociedades y el carácter transitorio del capitalismo como fase preparatoria del socialismo. Por ello también se ha hecho acreedor de las críticas que contra él han lanzado sus adversarios, quienes lo han definido como una ideología estaticista y reaccionaria, de carácter instrumentalista, manipulador y controlador. Pero no vamos a detenernos en estas polémicas, si no es en lo que atañe directamente al tema de la evolución.

Aunque las ideas evolucionistas se desarrollaron ya a comienzos del siglo pasado y encontraron en Darwin uno de sus más prestigiosos propagadores, el marxismo las convirtió en uno de sus principios fundamentales en el terreno socio-político. El auge del marxismo y la difusión de su forma de racionalidad convirtió a la "evolución" en un tema central de debate o de apología política. Como es bien sabido, no fue el marxismo quien la politizó; el tema evolucionista estaba politizado ya antes de Darwin, y las teo-

rías del autor que ahora homenajeamos catalizaron multitud de discusiones ideológico-políticas, que sobrepasaban los marcos de las controversias científicas. Pero los contenidos de la teoría evolucionista, su peso y su significado político cambiaron con el auge de las Internacionales obreras, con la revolución rusa de 1917 y la amenaza de su posible expansión. Por lo mismo, cambiaron los adversarios y los defensores de la evolución.

En el mundo occidental se comenzaron a apoyar y difundir numerosas teorías que permitían concebir la socialización creciente como una involución en lugar de un progreso (Nietzsche, Spengler, vitalismos, etc.), y que tuvieron su influencia en medios intelectuales y filosóficos, aunque de escasa resonancia científica. Mayor éxito tuvieron en este campo las filosofías pragmáticas y neopositivistas, que negaban validez a cualquier intento e "interpretación" de la historia, si con ello se pretendía señalar una perspectiva o dirección de la misma.

De las llamadas ciencias experimentales también se aprovecharon argumentos antievolucionistas: Así, se hizo un uso político inadecuado del 2º principio de la termodinámica o ley de la entropía creciente, equiparando el desorden con la masificación o con la desaparición de la propiedad privada de los grandes medios de producción; o considerando el final de un cierto orden jerárquico, montado sobre esta propiedad privada, como la destrucción de todo orden y jerarquía. Desde una concepción mecanicista de la naturaleza, el simple cálculo de probabilidades sería también utilizado como argumento antievolucionista: El orden del mundo es tan improbable que es prácticamente imposible su realización en el corto tiempo de su existencia; es, por lo tanto, irracional. Sólo un extraño e insistente azar o la acción de algún raro elemento organizador desde fuera del mundo podrían explicarlo. Por lo tanto, ninguna ley inmanente permite explicar la evolución.

Dentro de este contexto político, no es extraño que se hayan considerado como valores del cibernétismo y del estructuralismo aquellas características cuyas que podían parecernos limitaciones: la relativización de todos los sistemas de organización existentes, pasados o futuros, y la proclamación de la imposibilidad de racionalizar el cambio y la evolución, en una línea de progreso.

#### CRITICAS AL CIBERNETISMO. INTENTOS DE SUPERACION

Sin embargo no han faltado quienes han criticado abiertamente estas deficiencias del modelo cibernético. Y estas críticas no han venido solamente desde *afuera* (como es el caso de las emitidas por los teóricos marxistas, o

por los defensores de un humanismo o un personalismo filosófico en el campo de las ciencias sociales) sino que también han tenido su origen en el *interior* de la amplia corriente del pensamiento sistémico positivo. Desde el nacimiento mismo de este modelo han aparecido las críticas internas, como las de Bertalanffy, a las que ya hemos hecho referencia. Aunque no hayan llegado a prevalecer, las críticas de Bertalanffy eran globales al modelo cibernético.

Otras críticas al cibernétismo han sido lanzadas desde el campo de las ciencias humanas; se limitaban a rebajar el valor del modelo cibernético como explicación de los fenómenos humanos y sociales, reconociéndolo, sin embargo, como idóneo en el campo de las ciencias de la naturaleza (no humana).

Pero las nuevas tendencias que se observan dentro del sistemismo positivo, lo que ponen en duda precisamente, como lo hizo Bertalanffy, es esa idoneidad de un modelo tecnológico para explicar cualquier sistema *natural*, incluso en los niveles de organización inferiores a la vida.

La especificidad de los sistemas naturales y su irreductibilidad a modelos tecnológicos, empezó a ser constatada en el campo de los fenómenos biológicos. Ya el mismo von Neumann, dedicado a la teoría de los autómatas, había señalado la diferencia entre la máquina artificial más perfeccionada y el más elemental sistema de vida: la máquina, una vez construida, sólo puede seguir un proceso degenerativo, mientras que toda la organización viva es, al menos temporalmente, generativa<sup>10</sup>. También es capaz de autorreparación, regenerando, reconstruyendo o reproduciendo los elementos que se degradan; e incluso es capaz de compensar, mediante rodeos, la disfunción de alguna de sus partes. Más aún, mientras que el desorden interno o el "ruido" degrada constantemente la máquina artificial, la máquina viva no sólo se adapta a este ruido sino que es capaz de absorberlo y de utilizarlo en nuevos niveles de organización.

Von Neumann no hacía más que señalar una vieja distinción entre la naturaleza física y la vida, que, en 1945, Schrödinger había expresado en términos termodinámicos<sup>11</sup>: Frente al 2º principio de la termodinámica, la vida representaba una tendencia a la organización y a la complejidad; es negentrópica. Brillouin, en 1959<sup>12</sup>, todavía reduciéndose al campo de la vida, expresó esta paradoja en términos de la teoría de la información: la organización viva supone la construcción en el tiempo de un orden informacional en aparente contradicción con un principio de desorden que se difunde con el tiempo.



Entre 1959 y 1961 se reunieron tres simposios para tratar el tema de la autoorganización, aunque no llegaron a grandes conclusiones. El modelo cibernético era incapaz de explicar las cualidades auto-organizadoras y auto-reproductoras de la vida, pero no era posible idear modelos tecnológicos que supliesen estas deficiencias.

Pero mientras la biología abría brechas contra el cibernatismo, la ecología las extendía a todo el campo de la Naturaleza, presentando una visión dinámica de la misma, como generadora de orden y capaz de autoformar grandes sistemas cíclicos autorreproductores.

Por ello, las recientes alternativas al cibernatismo, nacidas dentro de la corriente sistémica, no pretenden suplir únicamente sus deficiencias en la explicación de los fenómenos humanos, y ni siquiera de los biológicos, sino en la de cualquier sistema natural, por elemental que sea.

Estas nuevas teorías provienen de diversos campos de la ciencia, y van convergiendo en la enunciación de un nuevo paradigma: el de la "autoorganización". Los teóricos de las ciencias sociales positivas, que suelen ir siempre detrás de los modelos que elaboran las ciencias naturales, han mostrado una gran sensibilidad y expectación ante esta nueva corriente, cansados quizás de hablar de homeostasis y de feed-back, deseando encontrar nuevos modelos que les ayuden a abordar los complejos sistemas humanos, sus luchas, sus contradicciones, sus cambios, etc. Concretamente, en el campo de la psiquiatría y de la terapia familiar, del que hago parte, ha habido una búsqueda de renovación teórica estos dos últimos años en torno a tres focos: Henry Atlan, Ilya Prigogine y Edgar Morin, representantes de este nuevo paradigma.

Sin intentar hacer una exposición de las teorías de estos tres investigadores, ya que me siento muy profano en algunas de sus especialidades, considero necesario llamar la atención sobre aquellos puntos más renovadores de sus teorías, en lo que concierne a la explicación del cambio y de la evolución.

Henry Atlan<sup>13</sup> profundiza la brecha, antes mencionada, en el dominio de la biología; retoma el principio del "azar organizador" de H. von Foerster, y viene a desmitificar el orden perfecto que suponía o reflejaba el sistema homeostático. Comienza por destruir cualquier barrera entre el orden del sistema y el desorden. El orden nace del desorden y se alimenta de él. La información y el ruido no son categorías antagónicas sino mutuamente interrelacionadas. La información tiene lugar en la medida en que comienza a organizar un ruido desordenado y aleatorio, y es información en cuanto se opone a este medio del que nace. Pero va más lejos aún, porque lo que

intenta demostrar es que el desorden es organizador. Lo que a un determinado nivel de análisis (por ejemplo, el celular) es ruido y desorganización, se convierte en información a nivel de metasistema u organismo superior (tejido, órgano o cuerpo); la presencia de una perturbación en la transmisión de un mensaje es una información de un nivel superior, y viene a hacer parte de un sistema que organizará los diversos estados de orden o de perturbación de los niveles inferiores.

Así pues, el orden informacional de un organismo, en constante interacción con un medio perturbador, sólo se mantiene a través de una autorreproducción continua. Además, las relaciones entre “información-medio”, “orden-desorden”, pueden llegar a coordinarse a nivel de metasistema, multiplicando el grado de organización. Este papel activo y autoorganizador del desorden y el azar deberá ser incluido en la conceptualización de los sistemas naturales, que sólo parcialmente quedan definidos por un programa, un código o unas reglas formales.

Por su parte, Ilya Prigogine<sup>14</sup>, premio Nobel de Química, se ha dedicado en los años recientes a los sistemas autocatalizadores previos a la vida, situados en el campo fronterizo entre la naturaleza mal llamada “inerte” y la materia orgánica.

De alguna manera, también Prigogine descubrió su América cuando buscaba las Indias. Mientras que un sistema en equilibrio posee una energía y una entropía constantes, Prigogine había llegado a demostrar en 1947 que un sistema en desequilibrio produce una entropía, pero la menor posible. Es decir, que sea cualquiera su situación inicial tiende a una situación de producción mínima de entropía. Es lo que von Bertalanffy denominará “equifinalidad” de un sistema. Se trataba entonces de sistemas en los que las relaciones entre los flujos y las fuerzas generalizadas que los caracterizan dependen linealmente unas de otras. Prigogine intentó extender este principio, buscando una ley general que permitiera igualmente caracterizar aquellos sistemas en los que las relaciones entre los flujos y fuerzas no son funciones lineales unas de otras, sino que, por fenómenos de retroalimentación, son autocatalizadores de las reacciones que en ellos tienen lugar. Pero encontró que esos sistemas, en situaciones lejanas de equilibrio, no pueden ser caracterizados por ninguna ley general (como la de la tendencia a un punto de producción mínima de entropía). Por el contrario, estos sistemas son inestables, y una mínima fluctuación de alguno de sus elementos o parámetros más allá de un punto crítico, puede transformar enteramente el sistema, produciendo “bifurcaciones” en la representación de su comportamiento totalmente desproporcionadas a la magnitud de aquella modificación primera.

Estos sistemas autocatalizadores no pueden ser definidos en ninguno de sus estados, sino que son sistemas de “estados múltiples” entre los que puede ir fluctuando.

A partir de esta base se pueden extraer dos consecuencias: 1ª La posibilidad del nacimiento o formación de un orden de estas fluctuaciones, que aumenta el grado de organización interna del sistema, constituyendo un metaorden. 2ª La ciencia de la naturaleza, como engendradora de orden a partir de sistemas inestables, “multiestacionarios” y autocatalizadores, también engendrados en ella, se convierte en una ciencia evolucionista, particularista, histórica e indeterminista.

El mismo Prigogine se contraponen gustoso a la cibernética e incluso a los sistemas abiertos y equifinales de von Bertalanffy, puesto que ambos vendrían a presentar un sistema en un estado inmunizado a sus propias fluctuaciones; con ello llegan a negar prácticamente la posibilidad de que *algo nuevo* venga a producirse. Para Prigogine, sin embargo, la producción de novedad y de nuevos niveles de organización es característica de los sistemas naturales, tanto como de los sociales.

El comportamiento de estos sistemas disipativos no puede determinarse ya por una ley general; dependerá de todas sus particularidades concretas y de la historia del sistema. Prigogine llegará a introducir un operador T, análogo al tiempo interno de un sistema, que debe conjugarse con el grupo de estados iniciales posibles y de sus posibles transformaciones. Pero estas transformaciones son tan imprevisibles como indeterminados son los sistemas y posibles sus rupturas, sus choques, las bifurcaciones de sus trayectorias evolutivas, etc. El mundo de la Naturaleza ya no puede oponerse al universo cultural como un escenario de trayectorias constantes y reversibles, ni puede ser definido por una única ley general de irreversibilidad. Es también un mundo, como el de la biología, donde el orden y el desorden juegan un papel constructor y con una historia particularizada.

Por su parte, el filósofo francés Edgar Morin<sup>15</sup>, es director del *Centre Royaumont pour une Science de l'Homme*. Hace converger sus antiguas posiciones marxistas con los nuevos avances epistemológicos. Recoge la idea de von Neumann sobre la *complejidad* como característica de la vida, aunque la extiende al campo de la naturaleza entera, tanto la humana como la no humana. Entiende esta complejidad no sólo en su aspecto cuantitativo (elevadísimo número de unidades que interactúan en cualquier sistemas natural) sino en cuanto está presidida por una lógica mucho más compleja que los esquemas construidos por nuestra mente para explicarla, por más que el mismo pensamiento hace parte de esa naturaleza compleja. En consecuen-

cia, Morin elabora su método de la "complejidad", basado en las mutuas implicaciones entre la naturaleza, el conocimiento de la naturaleza, la naturaleza del sujeto cognoscente y el conocimiento sobre la naturaleza del conocimiento.

Entre sus aportaciones a la teoría de los sistemas, las que más han llamado la atención de los terapeutas familiares son sus análisis de los sistemas naturales, o, con sus propias palabras, de las "auto-(geno-feno)-organizaciones" naturales. La misma definición indica el intento de Morin por articular lo genotípico con lo fenoménico concreto, la organización actual con sus posibilidades y con su historia. Estas "auto-(geno-feno)-organizaciones" (desde la estrella hasta una sociedad cualquiera) no son el resultado de la acción de unas leyes formales preexistentes, sino que, inversamente, éstas se originan a partir de interacciones y de relaciones parciales, que se van generando y desarrollando, a partir de unos primeros contactos, construyendo diversas "generatividades parciales" que se articularán para formar la organización total. En sus explicaciones, Morin reintroduce (como lo hiciera Prigogine) el análisis de los elementos o sujetos particulares del sistema; su naturaleza da cuenta de sus potencialidades o virtualidades, así como de las inhibiciones que sufren dentro del sistema concreto, de las represiones que éste les impone y de las tensiones que se originan (entre lo potencial y lo actual, entre unos elementos y otros, entre ellos y el sistema en su totalidad, etc.). Junto a lo particular y a lo potencial, Morin reivindica también el estudio de las oposiciones, de las relaciones que pueden originar antagonismos. Al mismo tiempo que por la complementaridad circular de sus elementos, el sistema se definirá por los antagonismos y las tensiones opuestas. Estas no son solamente fuerzas de inestabilidad y cambio, sino que son originariamente fuerzas organizativas, implicando cada vez mayor número de elementos dentro de su dinámica de competencia mutua.

#### CONCLUSION

Conviene observar que, dentro de estas teorías aparentemente dispares y de procedencias distintas (aunque inspiradas por la misma problemática actual de la ciencia) se dan una serie de convergencias: centradas todas ellas en torno al concepto de "auto-organización" como característica de los sistemas naturales, se oponen al modelo cibernético, al que critican sus aspectos limitadores (formalismo, estaticismo, etc.), y vienen a reconciliar la ciencia sistémica con la historia, con la novedad y con la idea de evolución, aunque se trate de una evolución indeterminista. Igual que la autoformación,

la evolución no es producto de un azar improbable e irracional; es una propiedad de la naturaleza, productora de orden, incluso en sus niveles no humanos y no vivientes.

Como formas de racionalización de la realidad, estas teorías poseen, sin embargo, una desventaja respecto a la cibernética: no han producido modelos tecnológicos generalizables, y no pueden hacerlo porque son particularistas e históricas. Si debemos medir el valor científico de estas teorías por su posibilidad de construir modelos de verificación, como lo exige la epistemología positiva, quedaría muy reducido su alcance. Sin embargo, la ciencia no se construye a remolque de la tecnología; también se aventura a abrir nuevos horizontes y nuevos campos de racionalidad que en un futuro pueden o no confirmarse. Es su manera de hacer avanzar incluso a la misma tecnología.

## NOTAS

- 1 WIENER, N.: *Cybernetics*, Wiley and Sons, Nueva York, 1948.
- 2 BATESON, G.: *Steps to an Ecology of Mind*, Bellantine Books, Nueva York, 1972. Trad. cast.: *Pasos hacia una Ecología de la Mente*, Carlos Lohlé, Buenos Aires, 1976.
- 3 NEUMANN, J. von; MORGENSTERN, O.: *Theory of Games and Economic Behavior*, Princeton Univ. Press, Princeton, 1947.
- 4 SHANNON, C.; WEAVER, W.: *The Mathematical Theory of Communication*, Illinois Univ. Press, Urbana, 1949.
- 5 BERTALANFFY, L. von: *General systems Theory. Foundations, Development, Applications*, G. Braziller, Nueva York, 1968. Trad. cast.: *Teoría General de los sistemas*, FCE, Madrid, 1976.
- 6 SAUSSURE, F. de: *Cours de linguistique générale*, París, 1916. Trad. cast.: *Curso de lingüística general*, Losada, Buenos Aires, 1945.
- 7 LASZLO, E.: *An Introduction to Systems Philosophy*, Nueva York, 1972.
- 8 FORRESTER, J.W.: *Principles of System. Text and Workbook*, Wright Allen Press, 1971. (Para Bertalanffy y Laszlo, cfr. op. cit.).
- 9 LEVI-STRAUSS, C.: *Anthropologie Structurale*, Plon, París, 1958. Trad. cast.: *Antropología estructural*, EUDEBA, Buenos Aires, 1968.
- 10 NEUMANN, J. von: *Theory of Self-Reproducing Automata*, Illinois Univ. Press, Urbana, 1966.
- 11 SCHRÖDINGER, E.: *What is Life?*, Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1945.
- 12 BRILLOUIN, L.: *Vie, Matière et Observation*, Albin Michel, París, 1959.
- 13 ATLAN, H.: *L'Organisation Biologique et la théorie de l'information*, Hermann, París, 1972. *Entre le cristal et la fumée. Essai sur l'organisation du vivant*, Seuil, París, 1979.
- 14 PRIGOGINE, I.; STENGERS, I.: *La Nouvelle Alliance*, Gallimard, 1979.
- 15 MORIN, E.: *Le paradigme perdu: la nature humaine*, Seuil, París, 1973. Trad. cast. *El paradigma perdido*, Ed. Kairós, Barcelona, 1974. *La Méthode. I.: La Nature de la Nature*, Seuil, 1977. Trad. Cast.: *El método. I. La naturaleza de la naturaleza*, Cátedra, Madrid, 1981.