

COMPLEJIDAD Y PENSAMIENTO SISTÉMICO

PASOS HACIA UNA ECOLOGÍA DE LA OBSERVACIÓN

Juan Miguel Aguado

«Allá lejos, en la celestial morada del gran dios Indra, había una red maravillosa, que el más sagaz artífice había colgado de modo que se extendía infinitamente en todas direcciones. En armonía con los gustos extravagantes de las deidades, el artífice había colgado en cada orificio de la red una única joya resplandeciente; y como la red era de dimensión infinita, también las joyas eran infinitas en número. [...] Si se tomaba arbitrariamente cualquiera de estas joyas para inspeccionarla más detenidamente, se descubriría que sobre su pulida superficie estaban reflejadas todas las otras joyas de la red, de número infinito. Y no sólo eso: cada una de las joyas reflejadas en ella reflejaba a su vez todas las demás, de modo tal que los procesos de reflexión eran, asimismo, infinitos»

La joya de Indra. Relato del budismo Hua-Yen

1. INTRODUCCIÓN

En las páginas que siguen buscamos esbozar una reflexión sobre la mirada.

Si al lector le surgen dudas acerca de la pertinencia de un excursus sobre la observación en un libro dedicado a las implicaciones y extensiones del pensamiento ecológico, sirva de anticipo preventivo nuestro postulado directriz: la percepción problemática del impacto de la actividad humana sobre el medio natural no deviene viable únicamente gracias a un incremento en el conocimiento efectivo sobre las dinámicas de esa incidencia –o del propio medio natural– eventualmente derivado del desarrollo de técnicas, métodos y procesos de producción del conocimiento científico. Antes que nada, el pensamiento ecológico –y su extensión cultural, política, legislativa, cotidiana– es posible por un cambio en la mirada de la ciencia y de la técnica, por un cambio en la manera en la que el hombre entiende la acción de conocer y, como consecuencia complementaria, el hecho de

conocer como una forma de intervención en lo conocido. Un cambio, en suma, en la concepción observacional que acompaña buena parte de la reflexión epistemológica del siglo XX. En ese cambio sutil, ajeno a los grandes titulares, en la concepción cotidiana de las relaciones entre mente y mundo, entre sujeto y entorno, la teoría de sistemas y el pensamiento en torno a la complejidad han jugado el papel simultáneo de anfitriones interdisciplinarios y de avituallamiento conceptual.

Ciertamente, el vínculo entre pensamiento sistémico, complejidad y cultura verde (y aquí quien escribe desde el Sureste peninsular no puede dejar de preguntarse ¿por qué precisamente ‘verde’?) presentan a la evidencia superficial una genealogía común en no pocos aspectos. Que el concepto de ecosistema y los rudimentos de una primera Teoría General de Sistemas se perfilen simultáneamente en el tiempo parece tener poco de casualidad. No lo es, sin duda, que la mirada que subyace a la génesis del enfoque sistémico constituya un indicio de un cambio de paradigma: es en la segunda mitad del

siglo XX cuando comienza a fraguarse la sustitución de la física como referente del hacer científico por una biología que, ajena aún en parte a la revolución genética, ni siquiera sospechaba del horizonte que se le abría. La transición de la mirada física –centrada en el objeto y en la ley, en el estado regular– a la mirada biológica –más proclive a la relación y a la influencia, a la variación y a la incertidumbre– supone a partes iguales el reflejo de un debate profundo sobre la relación entre el observador y lo observado y el arranque de un cambio en la mirada científica que sustituye el objeto por el sistema, la causalidad unívoca por la relación de complementariedad, la prevalencia del equilibrio por la concatenación indefinida del cambio como procesos dominantes y la interacción funcional por la codependencia generalizada (Morin, 1993).

Pero la conexión existente entre la ecología y la urdimbre sistémica del pensamiento sobre la complejidad excede los límites del mero vínculo evolutivo. Resulta sintomática, como decimos, de un debate epistemológico (relativo a las condiciones de posibilidad del saber, al conocimiento del conocimiento) que perdura aún hoy día. En última instancia, remite a un ejercicio de honestidad cognitiva que refiere toda pregunta por el conocimiento (y toda intervención de él derivada) a la pregunta por el lugar del conocedor en lo conocido.

De ahí que nos permitamos parafrasear el conocido título de Gregory Bateson ‘Pasos hacia una ecología de la mente’ para proponer no ya una reflexión sobre las relaciones entre mente y naturaleza (a la manera del celebrado inspirador del *Invisible College*) sino un reconocimiento de que la pregunta por el conocimiento es, en última instancia, una pregunta por las relaciones entre el hombre y su mundo o que, en otros términos, la teoría de la observación y la reflexión epistemológica son, a la postre, necesariamente pensamiento ecológico.

Para sustentar esta propuesta proponemos abordar un recorrido sumario por las transformaciones de la mirada científica (y no sólo científica, si con Morin entendemos la epistemología en el sentido gnoseológico de un ‘conocimiento del conocimiento’) en torno al gran debate científico del siglo XX –el debate sobre la complejidad– pero también en torno a la encrucijada transdisciplinar que lo hizo posible –el pensamiento sistémico–.

Sirva como punto de arranque un pequeño juego de comparaciones: si preguntáramos acerca de la naturaleza a un comerciante y a un científico del siglo XVIII, nos dibujarían un cuadro parecido al de un mecanismo complicado pero riguroso, algo así como un ‘reloj divino’, un instrumento determinado a disposición del intelecto humano, como un árbol frutal cuya razón de ser no es otra que la de brindarnos sus frutos. Seguramente el comerciante inclinaría su esbozo hacia algo parecido a un almacén de recursos y el científico, a un ejemplo de las maravillas que puede desentrañar el hombre (el producto frente al mecanismo). Pero ambos coincidirían en dos adjetivos fundamentales –disponible y desentrañable– de los que ambos en tanto que observadores e interventores quedan automáticamente excluidos. Si repetimos la pregunta en nuestros días, la respuesta no sería tan osada. Probablemente ambos, el comerciante y el científico coincidirían en un epíteto: la naturaleza es *compleja*. Y, antes de discutir sobre qué quieran decir el comerciante y el científico con esa palabra, permítasenos intuir que, al pronunciarla, ninguno de los dos está seguro de estar al margen del objeto de esa complejidad.

2. LA PREGUNTA POR LA COMPLEJIDAD

Desde Ptolomeo a Copérnico, desde Galileo a Einstein, hemos concebido el Universo como una enorme máquina compleja. Una máquina compleja poblada de máquinas complejas. El planeta, el átomo, la célula –pero también el hombre, la cultura, la sociedad– son vistos como máquinas complejas cuyos mecanismos internos y cuya lógica de funcionamiento, aun reticente a revelar el número de sus secretos, resultan finalmente susceptibles de comprensión y, por ende, de manipulación.

«... según la concepción clásica –nos recuerda Prigogine–, el hombre se hallaba frente a un universo autómeta. Este universo podía manipularse prescribiendo condiciones iniciales apropiadas. En cierto modo, el hombre aparecía como un ser todopoderoso, dueño, en principio, de un universo controlable hasta en sus más mínimos detalles. Este omnímodo poder tenía un precio: la inquietante extrañeza del ser humano en relación al universo que describía» (Prigogine, 1993:51-52)

Desde sus primeros pasos, la ciencia se enfrenta a la complejidad, a un cúmulo de complejidades diversas. Ella misma inevitablemente compleja, cada vez más diversa, difusa, se esfuerza en reducir lo complejo a lo determinable, en invertir la historia de Babel –de lo diverso a lo único–, o bien en certificar el mito –de lo único a lo diverso–. Desde los presocráticos, la oposición pitagórico–parmenidiana dejará sentadas las bases de una complejidad de dos caras: una espiritual –aquello que está más allá de los límites del conocimiento humano–, y otra material –lo complejo es el resultado de la acumulación de lo simple–. El peso se iría desplazando con los siglos hacia el segundo extremo de la confluencia, de modo que su caudal último vendría a ser la expresión del mundo material y, por extensión, de las formas en que era posible describirlo: cuando las ideas se

convierten también en objetos, la complejidad se hace definitivamente sinónimo de composición. Así, Locke (1690) y Hume (1748), en sus respectivos ensayos sobre el conocimiento, definen la complejidad en el ámbito del pensamiento como el reflejo exacto de la complejidad en el ámbito material: si una cosa compleja es un conjunto elaborado de cosas simples, una idea compleja es, necesariamente, un conjunto elaborado de ideas simples. Con ello no sólo se marca el camino del conocimiento como un procedimiento sistemático de desintegración de la complejidad (perfilando así los orígenes del método reduccionista), sino que se asienta un modelo específico de las relaciones sujeto-objeto, conocedor y conocido, que afecta también a la idea misma de complejidad.

El término complejidad adquiere así en la ciencia clásica connotaciones de incomputabilidad, de inmensurabilidad relativa. Relativa porque, desde la perspectiva clásica, lo mensurable es siempre en función de la tecnología. Lo medido, el objeto, goza de una autosuficiencia ontológica absoluta –el mundo es como es independientemente de quien lo observe–. La coyuntura del conocimiento aparece, pues, definida por la relación de grado de aprehensión del objeto relevante por estable –lo medido– respecto del sujeto irrelevante por inestable –el medidor–, o, si se prefiere, relevante sólo en la medida en que se ajusta a la esencia absoluta de lo medido. El punto de esa intersección es el instrumento, la tecnología. Se ignora, por supuesto, que la complejidad (en el sentido de computabilidad precisa) se incrementa proporcionalmente a la precisión del instrumento: es la paradoja de Zenón; cuantas más divisiones tenga nuestra regla de medir, tanto más infinito se revelará el espacio. Complejidad se hace, pues, equivaler a dificultad de medición. El desentrañamiento de lo complejo parece, en consecuencia, cuestión de tecnología... y de tiempo.

Así pues, la negación explícita de la complementariedad sujeto/objeto deviene interferencia sujeto/objeto: no sólo se ahonda la zanja que los separa, sino que, como consecuencia de ello, desaparece del universo de lo teóricamente posible la idea de una complejidad cuya definición se vea sostenida por una doble validez descriptiva –la del sujeto y la del objeto–, resultando así dos complejidades mutuamente inconmensurables –aquella relativa a la inaprehensibilidad intrínseca del sujeto frente a aquella relativa a la aprehensibilidad última del objeto en tanto que atributo definitorio de su estatuto ontológico independiente–.

De ahí, por ejemplo, la operatividad en nuestros días de la definición de complejidad conforme a criterios computacionales o algorítmicos: complejidad equivale a la longitud del algoritmo que permite computar la solución de un problema y/o su descripción completa. Cuanto más simple sea un problema, tanto más corto será el algoritmo que lo describa. En la medida en que el algoritmo es un ordenamiento, la complejidad computacional puede, en términos generales, concebirse como la longitud de la computación necesaria para producir cierto ordenamiento (Piscitelli, 1984). Por extensión, se entiende por complejidad la longitud de una descripción con fines computacionales o formalizantes. Sin embargo, semejante definición de complejidad, más allá de su utilidad explícita en condiciones específicas, plantea no pocos problemas. La definición algorítmica de complejidad proporciona una complejidad mensurable, una complejidad-medición que permite clasificar los objetos *como si, de hecho, la complejidad* –o el orden a que se remite– *fuera exclusivamente una propiedad intrínseca de las cosas*. Sin embargo, la definición de complejidad algorítmica introduce en el centro mismo de su organización lógica el concepto de descripción. El sujeto se introduce así en el corazón de la complejidad:

«No cabe duda de que la medida de esta complejidad depende fuertemente del lenguaje utilizado y, consecuentemente, del sistema perceptivo del observador». (Piscitelli, 1984:3)

«Todas las definiciones de complejidad dependen del contexto, y son por tanto subjetivas. Por supuesto subjetiva es en sí la elección misma del nivel de exactitud con que se describe un sistema» (Gell-Mann, 1996:61)

Así pues, la complejidad-medición no depende sólo del instrumento medidor, sino sobre todo, del autor del instrumento, del autor de la medición, es decir, del observador-conceptuador. Más aún, la complejidad-medición aparece definitivamente asociada a aspectos como orden, organización y lenguaje, todos ellos aspectos del mundo del observador. Parece, pues, que la complejidad no reside (¿únicamente?) en el objeto, en su resistencia a ser medido, conocido. Acaso porque ésa resistencia no se halla en absoluto en el objeto. Acaso porque el objeto –ese objeto indiferente y aséptico de la ciencia clásica– no se halla en absoluto en el objeto. La medición de la complejidad se traiciona a sí misma y se vuelve compleja: remite una y otra vez al observador. Por él la complejidad deviene autológica: se refiere a sí misma, necesita de sí misma para existir, complejidad es, en definitiva, un concepto complejo.

Si la complejidad no son sólo cantidades, si la complejidad plantea problemas intrínsecos de medición que acaban por descubrir la mirada del observador en su propia urdimbre, entonces, necesariamente, hay que buscar su definición en otros derroteros:

«A primera vista [la complejidad] es un fenómeno cuantitativo, una cantidad extrema de interacciones e interferencias entre un número muy grande de unidades. [...] Pero la complejidad no comprende solamente cantidades de unidades e interacciones que desafían nuestras posibilidades de cálculo; comprende también incertidumbre, indeterminaciones, fenómenos aleatorios.

En un sentido, la complejidad siempre está relacionada con el azar». (Morin, 1994a:59-60)

Los términos complejidad y computación se complementan y, a la vez, se enfrentan entre sí. El campo de batalla (al tiempo que lecho conyugal) es doble: el orden y el desorden. En la perspectiva clásica encontramos dos órdenes (el orden del universo, el inmutable, y el orden del observador, el cambiante por subjetivo, el limitado por cercano) y dos desórdenes (el azar externo, lo desconocido susceptible de conocimiento, y el azar interno, el ruido introducido por el sujeto en la medición). El orden de lo uno es el desorden de lo otro. La ciencia positiva los divorcia y se divorcia de ellos. El sujeto es desterrado de la observación. El desorden –el orden del observador es, recordémoslo, ruido, desorden– es proscrito, no tiene cabida en la idea de máquina: si una máquina compleja es un enorme conjunto de elementos y relaciones computables sujetos a leyes, el azar sólo puede existir fuera de la máquina, fuera de las leyes.

En consecuencia, la perspectiva objetivista sentencia dos complejidades, las distingue sobre la diferencia dentro/fuera respecto del objeto. La una, la complejidad-mensurable, está dentro. Es la metáfora de la potencia científica: no importa cuán complejo sea el objeto (cuál sea el número de elementos y relaciones a computar), la ciencia lo terminará abarcando, reduciendo, simplificando. La otra, la complejidad-inconmensurable, está fuera. Es el magma de ruidos, azares e incertidumbres desterrado en el mejor de los casos a los márgenes. ¿Dónde queda, pues, el punto de unión entre estas dos complejidades, entre la complejidad-medición y la complejidad abarcadora de azar e incertidumbre, la complejidad que excluye al sujeto conceptuador y la que lo incluye? Para responder a esta pregunta es preciso atender a una diferencia implícita en

el discurso científico sobre la complejidad. La diferencia entre complejidad y complicación:

«La complejidad es reconocida como una noción negativa: expresa que no se conoce, o que no se comprende un sistema, pese a un fondo de conocimiento global que nos hace reconocer y denominar ese sistema. Un sistema que podemos especificar explícitamente, y cuya estructura detallada conocemos no es realmente complejo, digamos que puede ser más o menos complicado. La complejidad implica que se tenga, al mismo tiempo, una percepción global con la percepción de que no se le domina en todos sus detalles. [...] En este sentido, la complicación es un atributo de los sistemas artificiales, construidos o, al menos, construibles por el hombre, que conoce y comprende totalmente su estructura y funcionamiento. Es medible a partir de los diseños, planos y programas que especifican en sus detalles la eventual construcción del sistema» (Atlan, 1990:80-81).

La complejidad, por tanto, puede abarcar la complicación, pero no al revés. Es decir, hay aspectos computables, controlables, en la complejidad, pero nunca aspectos azarosos en la complicación. El azar, recordemos, destruye la complicación. La complejidad niega el control externo como posibilidad. La complicación se afirma en la posibilidad del control externo. La complicación es una simplicidad multiplicada, una superabundancia de simplicidad que se torna menos manejable, pero igualmente abarcable en potencia.

El dilema que en torno a la complejidad se había dibujado siglos antes en la filosofía, se traslada y permanece en las entrañas de la ciencia clásica: seguimos encontrando, por un lado, una complejidad mecánica en la que, si bien con un carácter más refinado, persiste el carácter determinista que conlleva la sumatividad de elementos y relaciones; y por otro, persiste igualmente esa idea de complejidad como grado de desconocimiento o incluso atributo de la no cognoscibilidad. Como en el caso de la filosofía, la primera complejidad obedece al sueño positivista

de un objeto independiente, mientras que la segunda responde al desencanto ante la imposibilidad de evitar la interferencia del sujeto, o aun su asentamiento en el corazón mismo de aquel atributo con que la ciencia positiva soñaba describir la naturaleza y, en definitiva, la grandeza de su esfuerzo.

Morin (1974, 1993) plantea la complejidad como la organización complementaria, reflexiva, concurrente y antagonista de aspectos tales como unidad/diversidad, orden/desorden, causalidad/emergencia, determinación/indeterminación, etc. El propio autor incide en que hablar de complejidad supone reintegrar el descriptor en la descripción, y en este sentido, el pensamiento de la complejidad se afirma como pasaje entre el hombre y el mundo: ubica el mundo del hombre en un mundo con hombres. La complejidad, en tanto que atributo organizacional del objeto relativo (relativo al sujeto que lo conceptúa, que lo describe) es también relativa: relativa al sujeto que la conceptúa, que la describe. «En el fondo el azar y el sentido no son más que dos caras de la misma moneda», viene a decir Atlan (1990:93). Complejidad es, pues, también, la observación de la complejidad, donde ambos polos de la proposición se constituyen mutuamente: la complejidad es un atributo (propuesta selectiva) del observador que el observador otorga a lo observado y, paralelamente, observando, el observador se complejiza a sí mismo al tiempo que complejiza lo observado.

En este sentido, más allá de la apertura hacia una relación compleja del hombre con su entorno, es en el que se percibe la cuestión de la observación como condición de posibilidad del pensamiento ecológico. Es así como empieza a incluirse el observador en la observación (el sujeto en la ciencia): la observación de la observación supone el reconocimiento implícito de la presencia efectiva de un observador, de la acción organizadora de

un observador. El círculo de la observación, al mismo tiempo cerrado y abierto, se convierte en una espiral de recursividad infinita (Gutiérrez y Delgado, 1994:154 y stes.):

«La organización de lo vivo, como la de todo sistema natural, es un estado y un proceso que aparecen como tales a quien observe su naturaleza. Pero es también el resultado de la actividad organizadora de este observador. Esta actividad estuvo en el origen de las antiguas clasificaciones míticas y funcionales, filosóficas luego, y científicas. El círculo se cierra cuando se observa al espíritu humano organizando la naturaleza siendo él mismo el resultado de un proceso organizador natural. Y, sin embargo, el círculo no está por completo cerrado, pues ese observador del observador es, también, el “yo” que soy capaz de observar la naturaleza y de observarme observándola.» (Atlan, 1990:64)

3. LOS SISTEMAS COMO LENGUAJE

De una forma u otra, explícita o implícitamente, la idea de sistema aparece en el pensamiento como categoría de referencia o como referente mismo. La clásica sentencia aristotélica “el todo es mayor que las partes” es, en sí misma, una formulación estrictamente sistémica que pone ya de manifiesto uno de los problemas básicos del pensamiento sistémico, que habrá de acompañar la génesis del concepto de complejidad: el esquema parte-todo. Por ello mismo, el problema de la complejidad en cualquiera de los enfoques en que ha sido presentado hasta el momento es también un problema eminentemente sistémico. Así pues, encontramos la noción de sistema más o menos agazapada por todas partes: en Anaxágoras y Heráclito, en las mónadas leibnizianas, en la coincidentia oppositorum de Nicolás de Cusa, en la dialéctica de Marx y Hegel, etc.

Pero no será hasta mediado el siglo XX, precisamente al tiempo que se perfilan las propias

ciencias de la complejidad y se vislumbra el potencial heurístico de las ciencias de la vida, cuando tome cuerpo una ciencia de los sistemas como respuesta a la «necesidad de una comprensión más profunda de los fenómenos biológicos, psíquicos y sociales» (Klir, 1978:10). Desde sus primeras formulaciones explícitas, la teoría de sistemas tiene, por necesidad y por definición, una vocación eminentemente transdisciplinar, como un lenguaje común desde el que discutir los problemas organizacionales y epistemológicos de disciplinas diversas. Inopinadamente, en virtud de esa generalidad operativa, el instrumento deviene objeto, revelando así un mundo –no por intuitivo menos sorprendente– de interrelaciones, interdependencias, interdeterminaciones:

«... el sistema ha tomado el lugar del objeto simple y substancial, y es rebelde a la reducción de sus elementos; el encadenamiento de sistemas de sistemas rompe la idea de objeto autosuficiente. Se ha tratado siempre a los sistemas como objetos; en adelante se trata a los objetos como sistemas» (Morin, 1993:122)

Hasta el punto de que la concepción misma de Naturaleza se ve afectada, adquiriendo para siempre una connotación profundamente relacional, auto-organizativa, frente a aquella clásica de implicaciones hetero-organizativas (la Naturaleza no produce las leyes a las que se halla sometida) o ‘caótica’ (la Naturaleza es lo opuesto al orden).

«El fenómeno que nosotros llamamos Naturaleza no es más que esta extraordinaria solidaridad de sistemas encabalgados edificándose los unos a los otros, por los otros, con los otros, contra los otros: la Naturaleza son los sistemas de sistemas, en rosario, en racimos, en pólipos, en matorrales, en archipiélagos.» (Ibid. :121)

La vocación transdisciplinar de la teoría de sistemas se encuentra, además, fundada en su preferencia constitutiva por la abstracción. Y, probablemente, en ello reside tanto su mayor virtud (la puesta a

punto del concepto de sistema como referente transdisciplinar fundamental) como su mayor defecto (la dificultad implícita a su vertiente pragmática y la discusión acerca de su adecuación a la realidad).

«El concepto de sistema es un cruce de caminos para metáforas. Ideas procedentes de todas las disciplinas viajan hasta él. Más allá de las simples analogías, esta circulación hace posible el descubrimiento de aquello que es común en los más variados sistemas. No se trata de reducir un sistema a otro mejor conocido (económico a biológico, por ejemplo); ni significa trasponer el conocimiento de un nivel más bajo de complejidad a otro superior. Es una cuestión de identificación de invariantes –esto es, los principios estructurales y funcionales generales– de ser capaces de aplicar esos principios tanto a un sistema como a otro» (Rosnay, 1979:32)

Sin embargo, la propia evolución del debate transdisciplinar en torno al carácter y operatividad del concepto de sistema pronto dejaría claro que el requisito originario de la formalización bloqueaba cualquier camino hacia esa misma generalidad que todos habían coincidido en plantear como inherente a la idea de sistema. De tal modo que la carencia fundamental de la teoría de von Bertalanffy residiría en el modo de reconciliar sus orígenes biológicos –según los cuales ésta era esencialmente representacional, esto es, constituía, como tantas otras teorías, un “reflejo de la naturaleza”– con el deseo de un corpus lógico coherente y perfectamente matematizable –esto es, constitutivamente formal–. Paralelamente, las incursiones de la teoría de la información shannoniana y de la cibernética wieneriana contribuirían a extender hacia nuevos territorios teóricos el campo evolutivo de las teorías sistémicas y, al mismo tiempo, también a marcar una línea divisoria que acabaría por definir la trayectoria sistémica: surge así, por un lado, una teoría de sistemas de carácter ingenieril, próxima a los enfoques más formalizantes de la Teoría General de Sistemas y a la primera cibernética y progenitora

de la logística y el análisis de sistemas, y, por otro lado, una teoría de sistemas de carácter filosófico y epistemológico, cuyo ámbito se irá ampliando hasta exceder las fronteras del término “teoría” y adquirir entonces el discreto nombre de enfoque sistémico o sistemismo (Rosnay, 1979:31). El concepto de complejidad, más allá de los límites del algoritmo ha sido fundamentalmente forjado en el seno de este enfoque sistémico, que comparte trayectoria evolutiva y presupuestos epistemológicos con buena parte del pensamiento ecológico.

No escapará al lector, empero, que la noción de sistema se encuentra, por así decirlo, altamente “contaminada”, o que se trata, parafraseando a von Foerster, de un camaleón conceptual. «El sistema está en todas partes; el sistema no está en ninguna parte de la ciencia», nos recuerda Morin (1993:123). Tal parece uno de los precios a pagar a cambio de su carácter general y abstracto; el inconveniente anexo de una alta aplicabilidad operativo-descriptiva es esa maleabilidad extrema que, en ocasiones, amenaza la coherencia del lenguaje utilizado. Y, pese a ello, la idea misma de una teoría de sistemas se funda en la persistencia, sin perjuicio de una cierta maleabilidad conceptual, de un núcleo identitario estable en la noción de sistema.

«Un sistema [en tanto que] conjunto de elementos relacionados entre sí y con el medio ambiente [...] es un modelo de naturaleza general, esto es, una representación conceptual de ciertos caracteres más bien universales de entidades observadas» (Bertalanffy, 1978:40–41)

La definición de von Bertalanffy nos sitúa de hecho en la encrucijada de la ontología sistémica. ¿Qué es el sistema? ¿Una representación o una construcción representativa? Y, en cualquier caso, ¿de qué y cómo es representativa? Al filo del abismo epistemológico entre lo conocido y el conocedor encontramos un primer puente, un puente de la teoría de sistemas a la teoría de la observación.

Una y otra vez diversos autores nos remiten al papel clave del observador en la constitución misma del sistema (Weinberg, 1978; Luhmann, 1996, etc). Desde la definición elemental de sistema en tanto que conjunto de variables interdependientes lo suficientemente estables como para ser observadas, hasta la determinación misma de los límites críticos del sistema, como ocurriera con el problema de la complejidad, el observador se prefigura como parte fundamental de la noción de sistema:

«Los que trabajan con conceptos de la teoría de sistemas han llamado frecuentemente la atención sobre la naturaleza subjetiva del “sistema”. Un sistema no es algo que se presenta al observador, es algo que él reconoce. Una de las consecuencias es que la rotulación de las conexiones entre el sistema y su entorno, ya sean egresos o ingresos, es un proceso de distinción arbitraria» (Beer, 1984:60)

Tal ha sido durante años el núcleo de la crítica al enfoque sistémico. Sobre él las ciencias naturales formularon acusaciones de inadecuación a la “realidad empírica”, y las ciencias humanas lanzaron anatemas por supuesta “deshumanización”. Simultáneamente, la discusión acerca de la subjetividad del concepto de sistema traía pareja la polémica sobre la excesiva elasticidad epistemológica de sus enfoques teóricos:

«La noción de sistema está sometida a una doble presión, por una parte de un realismo seguro de que la noción de sistema refleja los caracteres reales de los objetos empíricos, y por otra de un formalismo para el que el sistema es un modelo heurístico que se aplica sobre los fenómenos sin prejuzgar su realidad.» (Morin, 1993:164)

Desde la mitad del puente, sobre el abismo epistemológico que separa hombre y mundo, la perspectiva es diferente. No se trata de un problema de objetivismo o subjetivismo. Es un problema de organización. Y en la organización, de la que nacen tanto la idea como el ser del sistema, se encuentran hombre y mundo. El sistema como realidad física y

el sistema como constructo heurístico no son, pues, incompatibles, sino más bien al contrario:

«Todos los sistemas, incluso los que aislamos abstracta y arbitrariamente de los conjuntos de los que forman parte (como el átomo, que además es un objeto parcialmente ideal, o como la molécula), están necesariamente enraizados en la physis. [...] Así como todo sistema escapa por algún lado al espíritu del observador por depender de la physis, todo sistema, incluso el que parece fenoménicamente más evidente, [...] depende también del espíritu en el sentido en que el aislamiento de un sistema y el aislamiento del concepto de sistema son abstracciones operadas por el observador/conceptuador. [...] El sistema requiere un sujeto que lo aísla en el bullicio polisistémico, lo recorta, lo califica, lo jerarquiza. No sólo remite a la realidad física en lo que ésta tiene de irreducible al espíritu humano, a los intereses selectivos del observador/sujeto, y al contexto cultural y social del conocimiento científico» (Morin, 1993:165-167)

En el concepto de sistema se condensa el problema del conocimiento, de la accesibilidad-constructividad entre sujeto y mundo, entre el observador y lo observado. De ahí la dificultad en ubicar el enfoque sistémico, pues no es ni empírico ni heurístico, siendo ambos a la vez, haciendo emerger de su antagonismo una reflexión epistemológica sin precedentes. El concepto de sistema pone de manifiesto la complementariedad sujeto/objeto y, más allá de ello, en virtud de los isomorfismos organizacionales, permite a los hombres y las cosas conversar sobre sí y entre sí. El alcance epistemológico de semejante punto de partida es también reflexivo; el conocimiento del sistema deviene en el conocimiento del sistema del conocimiento, el sistema como objeto de la transacción sujeto/objeto deviene en sistema observador y sistema observado:

«... no se puede seguir escapando al problema epistemológico clave que es el de la relación entre el grupo polisistémico constituido por el sujeto conceptuador y su enraizamiento antro-po-social por una

parte, y el grupo polisistémico constituido por el objeto-sistema y su enraizamiento físico por la otra. A partir de ahora, se trata de elaborar el metasistema de referencia, desde donde se pueda abarcar a la vez a un grupo y a otro, que se comunicarían y se entreorganizarían allí. Es en esa perspectiva, a la vez imposible y prohibida para la ciencia clásica, en la que se abre la vía del nuevo desarrollo teórico y epistemológico; este desarrollo no sólo necesita que el observador se observe a sí mismo al observar los sistemas, sino que también se esfuerce por conocer su conocimiento.» (Ibid. :170-171)

En tanto que intersección de las dimensiones espacial y temporal, la estructura y la función forman parte de los atributos definitorios del ser de todo sistema. Si algo no tiene estructura –un orden determinado de las partes–, no puede ser descrito como sistema, no tiene forma –frontera– que lo distinga. Si algo carece de función –un modo de operación característico, no tanto una meta operacional–, tampoco puede ser descrito como sistema. Y, sin embargo, ni la estructura ni la función bastan para definir al sistema, mucho menos al sistema complejo. ¿Deja un sistema de ser tal al cambiar su estructura o su función? La idea de organización se presenta aquí como un concepto de nivel superior, capaz de englobar una relación específica entre estructura y función y, a la vez, capaz de dar cabida a un concepto sistémico de complejidad.

La propia teoría de sistemas en tanto que conjunto de trayectorias conceptuales entre la máquina y el organismo conduce, precisamente, a una fundamentación de sí sobre la noción de organización: tanto la máquina como el organismo son arquetipos organizativos (Morin, 1995:112) de cuyo mestizaje nace la idea misma de sistema, en la que, a su vez, se hace posible el mestizaje que la da a luz. Por otra parte, la complementariedad cambio/estabilidad en el contexto de la organización trae a colación la pregunta por la identidad de un sistema. ¿Qué es el sistema, si es algo cambiante? ¿Cómo

se diferencia si se diferencia de sí mismo en el tiempo? Al definir la identidad del sistema como sus variables de estabilidad (variables de identificación), Ashby (1977) parece subordinar la organización al ser del sistema, pudiendo ésta cambiar en función de la mejor preservación de dichas variables (Cfr. Weinberg, 1978:160). De acuerdo con esto, la pérdida de estabilidad en el sistema equivaldría a la pérdida de identidad. En otras palabras, un sistema inestable (local o temporalmente) no podría ser considerado sistema, o, si lo fuera, sería sólo en la medida en que se aproxima a su estabilidad aun estando lejos de ella.

Pero la relación entre sistema y organización no puede ser una relación de subordinación, pues entonces el sistema no es capaz de perdurar: una organización subordinada al sistema excluye la durabilidad del sistema por la presencia activa de inestabilidades, es decir, es incapaz de transformar las inestabilidades en organización; un sistema subordinado a la organización excluye la durabilidad del sistema por rigidez frente a las transformaciones estructurales, y es, por tanto, igualmente incapaz de integrar las inestabilidades en su organización. La relación entre sistema y organización es, pues, necesariamente, de mutua constitución: el sistema se hace haciéndose a sí mismo, donde 'hacer' presupone una organización característica y caracterizante.

Sirva como ilustración a este respecto la conocida paradoja "cuanto más cambia, más es la misma cosa" (von Foerster, 1991). Así, una de las aportaciones más interesantes de la perspectiva sistémica es el establecimiento de una correlación terminológica y operativa entre organización e identidad. El sistema es su modo de organización y, en la medida en que esa organización es (existe, opera), el sistema sigue siendo (existe, pervive). Ello es así en la medida en que una organización admite un amplio espectro de

estructuras y transformaciones posibles, siempre y cuando esas estructuras y transformaciones respeten la dinámica organizacional que las alimenta.

Un sistema es, pues complejo, no sólo por el número y/o variedad de elementos y relaciones entre sus elementos, sino por su comprensión de los principios de la complejidad: un sistema es complejo si nace/produce a través de antagonismos, concurrencias, y complementariedades entre sus elementos o entre sus elementos y elementos del entorno, si engendra a través de las interacciones e interrelaciones entre sus elementos propiedades emergentes y al mismo tiempo los constriñe, si es capaz de integrar el azar en su organización, transformando desorden en orden y viceversa. En consecuencia, el sistema, más allá de la máquina determinista laplaceana y del organismo mecanicista de la biología clásica, sólo es inteligible en y desde la complejidad.

En este sentido, la cuestión del entorno se revela fundamental para la definición misma de sistema.

«La inteligibilidad del sistema –afirma Morin– debe encontrarse no solamente en el sistema mismo, sino también en su relación con el ambiente, y esa relación no es una simple dependencia, sino que es constitutiva del sistema.» (Morin, 1994:44)

Si el sistema es, esencialmente, producto de la distinción operada por el observador, el entorno es uno de los términos necesarios a tal distinción. La relación sistema/entorno es equivalente a la complementariedad figura/fondo: el sistema es la figura cuyo fondo es el entorno. Ni al hablar de sistema, ni al hablar del entorno es posible renunciar a ninguno de los dos términos de la diferenciación. La preferente atención de la teoría por el sistema no es sino la indicación ulterior a la distinción. Pese a ello –acaso precisamente por ello– el entorno

adquiere importancia proporcional a la relevancia de la descripción sistémica:

«Por definición, el sistema es esa parte del mundo que tiene un interés inmediato para nosotros. En consecuencia, a menudo elevamos el sistema a un estatus especial e inmerecido en la relación sistema-entorno necesaria para la estabilidad. [...] Cuando decimos que un sistema es estable, estamos hablando de una relación entre el sistema y el entorno. Aún más, cualquiera que sea el comportamiento del sistema [...], estamos hablando de una relación.» (Weinberg, 1978:147)

La relación entre sistema y entorno se ha constituido, de hecho, en uno de los terrenos de más intensa discusión teórica de la ciencia sistémica y, en consecuencia, en una de las mayores fuentes de enriquecimiento conceptual de dicha teoría. La idea misma de auto-organización tiene su origen en la discusión sobre la relación sistema-entorno. La ciencia clásica trabajó desde un principio con sistemas aislados. Desde Galileo y Descartes el entorno era considerado un accidente del sistema, un fondo inconmensurable y desordenado susceptible de ser ignorado. En virtud de las leyes naturales universales, el entorno se hallaba sometido al sistema, entorno es función del sistema, un cúmulo estático de azar y potencia cuyo papel residía en ser manipulado, manufacturado en beneficio del sistema. En el mejor de los casos, el entorno era una suerte de “granero” del sistema, el proveedor de materia prima y energía motriz (más tarde, también de información), y, como tal, esencialmente inactivo, inerte.

La perspectiva sistémica –paralelamente a la consolidación del pensamiento ecológico– transforma radicalmente la condición del entorno:

«El entorno es siempre relativo al sistema. Es [...] un correlato negativo del sistema. [...] El entorno es, también, un modo de azar relativo al sistema, [...] la complejidad relativa al sistema» (Izuzquiza, 1990:158-159)

La primera Teoría General de Sistemas, es decir, aquella iniciada por von Bertalanffy, no puede eludir las implicaciones derivadas de su pasaporte biológico: a diferencia de la máquina decimonónica, el organismo no puede ser concebido ni lógicamente ni físicamente –ni estructural ni operacionalmente– sin un entorno que le es propio, el cual, en última instancia, tampoco puede ser definido como tal sin recurrir al sistema. El camino de vuelta del organismo a la máquina coloca, pues, al observador en la necesidad de dirigir simultáneamente su atención al organismo y al medio, al sistema y al entorno. Quedan así sentadas las bases para la discusión a propósito del papel del entorno en el sistema y a la inversa, discusión que constituye, como ya hemos advertido, gran parte del impulso teórico sistémico.

Pero la relación del sistema con su entorno aparece, en el contexto de la complejidad, marcada por la ambigüedad. No se trata de una relación de intercambio comercial (el sistema recoge información, energía u orden del entorno). En todo caso, de una vecindad cooperativa de mutua dependencia: el sistema no intercambia con el entorno información, sino ‘irritaciones’ (von Foerster, 1991), interacciones (Morin, 1993) y no ‘extrae’ orden del entorno tanto como produce orden o desorden en su organización a partir de las irritaciones/interacciones aportadas por el entorno. Pero la ambigüedad viene determinada por el hecho de que el sistema complejo, en la medida en que se organiza a sí mismo (determina su estructura y sus propias dinámicas de interacción con el entorno), no sólo está abierto, sino también cerrado, es más, como apunta Morin (1993), es abierto porque es cerrado y puede cerrarse (autodelimitarse) por que es abierto.

«Toda organización, en el sentido en que impide tanto la hemorragia del sistema en su entorno, cuanto la invasión del entorno en el sistema, constituye un fenómeno de

clausura. [...] La idea de clausura aparece en la idea clave de retroacción del todo sobre las partes que empuja al sistema sobre sí mismo [...], aparece con la idea recursiva de organización de la organización, que empuja a la organización sobre sí misma» (Morin, 1993:161)

De acuerdo, pues, con Morin, los sistemas cerrados son sistemas organizacionalmente inactivos, sistemas en los que la organización se halla en el mismo plano que la estructura y la función, y cuya clausura no es otra cosa que un bloqueo organizacional (Ibid.): es una organización incapaz de volver sobre sí, incapaz de organizarse. He aquí un atributo esencial del sistema complejo nacido en el cruce de caminos entre la física y la biología, entre el sistema y el entorno, entre la apertura y la clausura: la organización constituye el atributo identitario de todo sistema complejo, pero no una organización pregenerada sobre la confluencia de energía, estructura y operación, sino una organización auto-generadora, generadora de sí en el juego apertura/clausura del sistema/entorno:

«El cierre de un “sistema abierto” es el buclaje sobre sí. [...] Así, la organización empujada se distingue radicalmente de la organización bloqueada; es cierre activo que asegura la apertura activa, la cual asegura a su vez su propio cierre» (Ibid.)

De tales sistemas, respecto de los cuales no es posible describir de forma excluyente la apertura y la clausura; en los que la clausura es condición de apertura y viceversa, se dice que son sistemas operacional u organizacionalmente cerrados (Maturana, 1984), esto es, sistemas en los que la clausura se opera sobre su modo de operación, sobre su organización, si bien son receptivos a las irritaciones del entorno. Para un sistema tal, no sorprende ya que la esencia identitaria la constituya, precisamente, la organización: un sistema operacionalmente cerrado sus operaciones son consecuencia de sus operaciones, de modo que

su identidad es su operación a partir de (o sobre) su estructura. En todo sistema operacionalmente cerrado hay una equivalencia esencial entre ser y hacer que, en el caso de los sistemas vivos se traduce en la auto-producción. La complementariedad entre apertura y clausura en los sistemas complejos es, pues, correlato de la complementariedad entre autonomía y codependencia que caracteriza el modo de organización natural como auto-eco-re-organización constante (Morin, 1993). Un modo de organización que, necesariamente, incluye la acción observadora y que, en más de un sentido, epitomiza el cambio de paradigma (de forma de comprender el mundo) en lo que el propio Morin ha denominado un ‘pensamiento ecologizado’.

4. DE LA ECOLOGÍA DE LA OBSERVACIÓN A LA ECOLOGÍA DE LA ACCIÓN

Todo saber construido sobre el principio de objetivación del mundo remite a un modo característico de distinción sujeto/objeto. “La objetividad –nos recuerda von Foerster (1991)– es la ilusión de que pueden hacerse observaciones sin un observador”. Si la fractura sujeto/objeto característica del objetivismo se traduce en el ámbito epistemológico en la fractura observador/observado, el debate en torno a la complejidad y el desarrollo conceptual de la sistémica hacen posible un reencuentro necesario entre los extremos de esa fractura en la reflexión acerca de la naturaleza de la organización. La distinción vonfoersteriana (Ibid.: 149) entre máquinas triviales y máquinas no triviales resume con precisión el primer paso de ese reencuentro: la máquina trivial (MT) obedece a una lógica inferencial cuya expresión matemática es la función:

FIGURA 1 : MÁQUINA TRIVIAL



para la que:

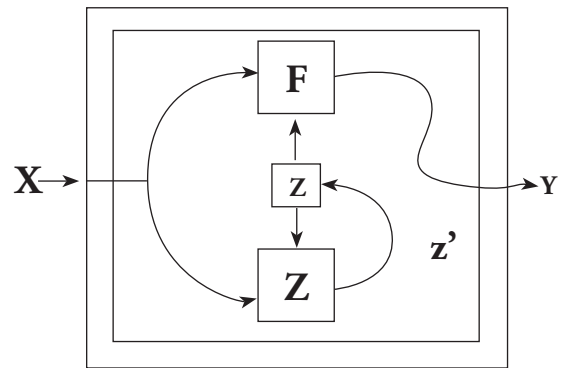
x	f	y
variable independiente	función	variable dependiente
causa	ley	efecto
premisa menor	premisa mayor	conclusión
estímulo	sistema nervioso	respuesta
motivo	carácter	acto

Una máquina trivial es un relacionador estable para el que rige el principio newtoniano de correspondencia entre identidad de causas e identidad de efectos. Se trata, pues, de una organización sintéticamente determinada (la síntesis es, de hecho, la expresión de la función $f(x) = y$ o, en otros términos, la formulación general de la regla de transformación), analíticamente determinable (dado el carácter exógeno del orden con el que opera, la MT no es sólo predecible, sino determinable desde cada una de sus partes) e independiente de la historia (la función de estado de una MT es idéntica a la regla de transformación estable, de modo que la máquina es independiente de la historia de transformaciones que produce, independiente de su producto).

Para un observador exterior, el principio diferenciador de una máquina no trivial (MNT) respecto de una MT es que la MNT rompe la linealidad causal heredada de la mecánica newtoniana: a causas

idénticas, en condiciones idénticas, corresponden efectos diversos. Como se expresa en la figura 2 (Ibid.:151), F representa la función motriz, mientras que Z representa la función de estado. Ambas aparecen aquí como pequeñas máquinas triviales en el interior de una MNT.

FIGURA 2 : MÁQUINA NO TRIVIAL



La función motriz, $y = F(x, z)$, computa la correspondencia entre una transformación observable y , una entrada x y un estado interno z ; es, por así decir, el motor de inicio de las transformaciones que constituyen la operación de la MNT. La función de estado $z' = Z(x, z)$, computa la transformación del estado interno z por la incidencia de una entrada x , cuyo resultante es el estado interno z' , que opera a su vez sobre el estado previo z a través de la misma función Z . Z es, consecuentemente, un tipo especial de función: una función recursiva, esto es, una función que se auto-define en sus propios términos, operando sobre sí misma o sobre alguno de sus términos (tal que $f(0) = 0, f(n) = n-1$).

El hecho de que en la MNT la función de estado sea siempre una función recursiva quiere sencillamente decir que las transformaciones producidas por la

MNT son simultáneamente transformaciones de la MNT: al transformar (producir), la MNT se transforma (se produce) a sí misma. La relevancia de una función de estado recursiva para la complejización de la idea de máquina reside en su indeterminabilidad y en la condición exponencial de ésta a partir de su relacionalidad con otras formas de organización semejantes. Debido a su condición recursiva, la correspondencia entre las selecciones (entradas) y las transformaciones (salidas) de la organización es de orden endógeno: es la transformación interna de la MNT, la historia de sus sucesivos estados internos, la que determina la correspondencia entre entradas y salidas, la cual deja de ser unívoca y lineal.

Así, una MNT remite a una forma de organización sintéticamente determinada (al igual que la MT, es expresable en términos de función, o, si se prefiere, en términos de correspondencia entre transformadas), pero analíticamente indeterminable (resulta imposible determinar su estructura interna (F y Z) en función de los resultados producidos), analíticamente impredecible (resulta asimismo imposible predecir la transformación producida) y dependiente de la historia (en la medida en que se transforma sucesivamente a sí misma con cada una de las transformaciones entre salidas y entradas, la MNT aparece como dotada de una historia inseparable de su producción).

En términos instrumentales puede afirmarse que la MT es una 'máquina útil', en el sentido de que permite la observación externa (la separación observador/observado) y el ajuste de la representación y la intervención. Por el contrario, la MNT es, instrumentalmente, una 'máquina inútil', una máquina no-instrumental, puesto que no puede ser concebida para hacer, sino para hacerse, en tanto no permite excluir al observador

de su dinámica organizacional. En este sentido, el carácter de indeterminabilidad analítica de la MNT es coherente con los principios de indeterminación e incertidumbre (Heisenberg) y con el teorema de incompletitud de Gödel: ambos remiten al observador como parte de lo observado.

La distinción entre dos formas de organización implícita en la reflexión vonfoersteriana pone de manifiesto que la constitución de una teoría de la observación responde no ya una cuestión de fiabilidad del método, sino una condición de completud para todo posicionamiento epistemológico. En otros términos, la investigación epistemológica pasa, a partir del pensamiento ecologizado, necesariamente por la resolución del problema de la observación y éste se constituía en el vórtice de la pregunta por el conocimiento. La interrogación por las relaciones entre sujeto y objeto, entre agente y mundo, toma así la forma de la pregunta por las relaciones entre el observador y lo observado.

Resulta aquí paradigmático el giro recursivo de la Cibernética de segundo orden inaugurada por von Foerster, donde no se trata ya, como en el caso de la cibernética wieneriana, del estudio y control de sistemas con causalidad circular (sistemas observados), sino de la comprensión de sistemas entre cuyas operaciones posibles se encuentra la de la observación (sistemas observadores). Más aún, la reflexión acerca del papel de la observación en la delimitación de lo observado permitirá hablar no ya de sistemas observados/sistemas observadores sino, en general, del ámbito de los sistemas-con-observador como horizonte de la epistemología, esto es, de la integración cognitiva entre el conocedor y lo conocido.

«... en el momento en que dejamos de considerar que las nociones que usamos son propiedad o atributo de los sistemas observados para concebirlas como producto emergente de la interacción entre nosotros y el sistema observado [...] nos movemos de la ontología a la epistemología, de los sistemas observados, a nuestro conocimiento de ellos (Pakman, cit. en von Foerster, 1991:103)»

A esta integración es a la que nos hemos referido como ‘ecología observacional’. Pero, como se ocupan de advertir Von Foerster (1981), Varela (1996) o Morin (2006), la ecología de la observación tiene consecuencias prácticas ineludibles.

Para Von Foerster (1991), la idea de que una organización compleja implica una correspondencia entre su representación y su operación, junto con la consecuente inseparabilidad del observador, desemboca en un imperativo ético y estético: actúa siempre de manera que se incremente el número de opciones subsecuentes posibles. Para Varela (1996), la organización compleja y autónoma (la misma que en la MNT fusiona identidad y producto) comporta una identidad entre conocer y hacer que disuelve la premisa técnico-instrumental que separa representación e intervención.

En tanto la mirada compleja reconoce la codependencia constitutiva entre el observador y lo observado no sólo obliga a superar la concepción de la acción basada en cadenas de causalidad unívoca (concatenación de series causa-efecto) sino que, por ello mismo, demanda una radical revisión del concepto de responsabilidad. En consecuencia, siguiendo a Morin (2006) la ecología de la observación conduce, necesariamente, a una ecología de la acción (Morin, 2006) cuyos supuestos de partida son:

A) Que los efectos de la acción no se circunscriben a la intencionalidad del autor, sino que incluyen las condiciones propias del entorno en que dichos efectos tienen lugar

B) Que, aunque los efectos inmediatos de una acción formen parte de su orientación intencional, los efectos a largo plazo forman parte del horizonte de complejidad del sistema y, en consecuencia, no son predeterminables.

Ello comporta algunas implicaciones respecto de la reflexión ética que deben ser consideradas en el marco de una ética ecológica general:

- 1) En virtud de la interrelación compleja (interacción y codependencia generalizada), la reflexión ética no puede ya centrarse radicalmente en el sujeto de la acción como un componente privilegiado
- 2) En virtud de la correspondencia entre conocimiento y acción (fundada en la complementariedad observador-observado), el sujeto observador y su actividad deben necesariamente incorporarse a la reflexión ética.
- 3) Debido a ello, la idea de responsabilidad debe distanciarse de la noción de ‘autoría’ en tanto la intencionalidad atribuible a la capacidad de previsión queda notablemente mermada en entornos complejos.
- 4) Precisamente a partir del reconocimiento de la organización compleja y de la implicación del observador en lo observado, parece necesario elaborar una concepción tendente hacia la responsabilidad distribuida que dé cuenta de la implicación organizacional antes que decisional, operacional antes que intencional en el entorno complejo que es el ámbito de relaciones sujeto/mundo.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguado, J.M., (2003): *Comunicación y cognición. Las bases de la complejidad.* Comunicación Social Ediciones, Sevilla.
- Ashby, W.R. (1977): *Introducción a la Cibernética*, México, Ediapsa.
- Atlan, H. (1990): *Entre el cristal y el humo*, Madrid, Debate.
- Bateson, G. (1985): *Pasos hacia una ecología de la mente*, Buenos Aires, Carlos Lohé.
- Beer, S. (1984) “De concordancias y discrepancias. Notas crítico elogiosas sobre máquinas y seres vivos”, en VV.AA., *Autopoiesis y conocimiento de lo social*, Centro de Estudios en Autonomía y Autoorganización, Buenos Aires, pp. 58-65.
- Bertalanffy, L. von (Ed.) (1978): *Tendencias en la Teoría General de Sistemas*, Madrid, Alianza.
- (1980): *Teoría General de los Sistemas*, Madrid, Fondo de Cultura Económica.
- (1982): *Perspectivas en la Teoría General de Sistemas*, Madrid, Alianza.
- Foerster, H. Von (1981): *Observing systems, Seaside*, California, Intersystems Publications
- (1991): *Las semillas de la cibernética*, Barcelona, Anthropos.
- Gell-Mann, M. (1996): *El Quark y el Jaguar. Aventuras en lo simple y lo complejo*, Barcelona, Tusquets.
- Gutiérrez, J. y Delgado, J.M. (1994): *Métodos y técnicas cualitativos de investigación en ciencias sociales*, Madrid, Síntesis.
- Hacking, I. (1996): *Representar e intervenir*. Barcelona, Paidós.
- Heisenberg, W. (1993): *La imagen de la Naturaleza en la física actual*, Barcelona, Planeta.
- Hofstadter, D. R. (1989): *Gödel, Escher, Bach. Un eterno y grácil bucle*, Barcelona, Tusquets.
- Kauffman, S. (1996): *At Home in the Universe: the Search for Laws of Self-Organization and Complexity*, Oxford University Press.
- Klir, G. J. (1978): «Teoría polifónica general de sistemas», pp. 9-28, en Bertalanffy, L. von, y otros, 1978, *Tendencias en la teoría general de sistemas*, Madrid, Alianza.
- Kuhn, T. S. (1971): *La estructura de las revoluciones científicas*, Madrid, Fondo de Cultura Económica.
- Luhmann, N. (1998): *Sistemas sociales. Lineamientos para una teoría general*, Barcelona, Anthropos.
- Maturana, H. (1984a): «Autopoiesis: núcleo duro y cinturón protector», en VV.AA.; *Autopoiesis y conocimiento de lo social*, Centro de Estudios en Autonomía y Autoorganización, nº1, Buenos Aires, pp. 18-32.
- (1984b): «Estrategias cognitivas», en VV.AA.; *Autopoiesis y conocimiento de lo social*, Centro de Estudios en Autonomía y Autoorganización, nº 1, Buenos Aires, pp. 33-47.
- (1995): *La realidad: ¿objetiva o construida? I. Fundamentos biológicos de la realidad*, México, Universidad Iberoamericana.
- (1996): *La realidad: ¿objetiva o construida? II. Fundamentos biológicos del conocimiento*, México, Universidad Iberoamericana.
- Maturana, H. y Varela, F., (1980): *Autopoiesis and cognition: the realization of the living*, Dordrecht, Reidel.
- (1996): *El árbol del conocimiento. Las bases biológicas del conocimiento humano*, Madrid, Debate.
- Morin, E., (1974): *El paradigma perdido. Ensayo de bioantropología*, Barcelona, Kairós.
- (1992): *El método IV. Las Ideas*, Madrid, Cátedra.
- (1993): *El método I. La naturaleza de la Naturaleza*, Madrid, Cátedra.
- (1994a): *Introducción al pensamiento complejo*, Barcelona, Gedisa.
- (1994b): *El método III. El conocimiento del conocimiento*, Madrid, Cátedra.
- (1995): *Sociología*. Madrid, Tecnos.
- (1997): *El método II. La vida de la vida*. Madrid, Cátedra.

- (2006): *El método VI. La ética*. Madrid, Cátedra.
- Navarro, P. (1990): «Ciencia y Cibernética. Aspectos prácticos», en Ibañez, J. y otros, *Nuevos avances en la investigación social. La investigación social de segundo orden*, Suplementos Anthropos, nº 22, Barcelona, Anthropos, pp. 23-26.
- (1991): *El holograma social*, Madrid, Siglo XXI.
- Piscitelli, A. G., (1984): «De la epistemología, de la autopoiesis y de la cognición», en VV.AA.; *Autopoiesis y conocimiento de lo social*, Centro de Estudios en Autonomía y Autoorganización, nº 1, pp. 1-7.
- Prigogine, I., y Nicolis, G. (1994): *La estructura de lo complejo. El camino hacia una nueva comprensión de las ciencias*, Madrid, Alianza Universidad.
- Prigogine, I., y Stengers, I. (1990): *La nueva alianza. Metamorfosis de la ciencia*, Madrid, Alianza Editorial.
- Rosnay, J. de, (1979): *The Macroscope. A New World Scientific System*, New York, Harper & Row.
- Varela, F. (1996): *Ética y acción*, Dolmen, Santiago de Chile.
- Weinberg, G. M. (1978): «Una aproximación por computadores a la Teoría General de Sistemas», pp. 118–167, en Bertalanffy, L. von, y otros, 1978, *Tendencias en la teoría general de sistemas*, Madrid, Alianza.

CURRICULUM VITAE

Juan Miguel Aguado Terrón (Madrid, 1971) es postgrado en Filosofía y Sociología por la Academia de Ciencias de Polonia (Varsovia) y doctor en CC. de la Información por la Universidad Complutense de Madrid. Desde 1994 ha impartido docencia en comunicación y análisis sociocultural de medios en la Academia de Ciencias de Polonia, La Universidad de Breslau, la Universidad Europea de Madrid y la Universidad Católica San Antonio de Murcia. En la actualidad es profesor titular de Teoría de la Información y la Comunicación en la Universidad de Murcia.

Ha sido investigador colaborador del proyecto CICYT “Sociedad/Tecnología: hacia una complejización de los discursos sociales y tecnológicos”, dirigida por los Profesores Jesús Ibañez y Juan Gutiérrez, de la Universidad Complutense de Madrid y ha colaborado con las cátedras UNESCO UCM y UEM de Comunicación para el Desarrollo.

Es autor de *Comunicación y Cognición: bases epistemológicas de la complejidad* (2003); *E-Comunicación: Dimensiones Sociales y Profesionales de la Comunicación en los Nuevos entornos Tecnológicos* (2004) e *Introducción a las Teorías de la Comunicación y la Información* (2004). Desde 1994 es miembro del *Research Committee on Sociocybernetics* (RC51) de la *International Sociological Association* (ISA) y de la *World Organization on Systems and Cybernetics* (WOSC). Desde 2002 es miembro de *Research Committee on Sociology of Communication, Culture and Knowledge* (RC14) de la *International Sociological Association* (ISA).

Ha publicado artículos y contribuciones sobre las implicaciones socioculturales de la comunicación y la tecnología en diversas editoriales (Ariel, Cátedra, Visor, CIS...) y revistas (*Cuadernos Hispanoamericanos*, *Sphera Publica*, *Revista Occidente*, *Journal of Sociocybernetics*, *Tripodos*, *Kybernetes*, *Journal of Media and Cultural Studies*, *Journal of Internet Marketing and Advertising*, *Global Media Journal*, *Razón y Palabra*, *Zer...*). Ha impartido conferencias en Rumanía, Polonia, Grecia, Australia, Sudáfrica, Portugal, Francia y España sobre aspectos relativos a las dimensiones socioculturales del desarrollo tecnológico. En su investigación, unifica las aportaciones de la sociocibernética y los estudios culturales desde la perspectiva de la teoría de la observación. En la actualidad es Investigador Principal del *Grupo de Investigación en Comunicación Social, Cultura y Tecnología de la Universidad de Murcia* (E053-07).