

Publicado en:

<http://thelos.utem.cl/2009/09/15/significado-y-alcance-de-pensar-en-sistemas-vivos/>

Significado y alcance de pensar en Sistemas Vivos

Carlos Eduardo Maldonado

Universidad del Rosario, Bogotá, Colombia

Resumen

A partir de la percepción tradicional de los seres vivos como entes aislados o disociados de la esfera física, se analizan las nuevas ideas de las ciencias cognitivas que aluden a una interconexión de todo el sistema biótico asociado a las leyes del mundo físico y químico en general, como base de un marco en construcción y cambio, que genera las diversas expresiones de acción-operación y del conocimiento en general de los seres vivos. Palabras claves: seres vivos-ciencias cognitivas-diversidad.

Abstract

From the traditional perception of the alive beings as entities isolated or separated from the physical sphere, there are analyzed the new ideas of the cognitive sciences that allude to an interconnection of the whole biotic system associated with the laws of the physical and chemical world in general, like base of a frame in construction and change, which generates the diverse expressions of action-operation and of the knowledge in general

of the alive beings. Key words: beings alive-sciences mental-diversity.

Introducción

De acuerdo con la imagen clásica de la ciencia en el siglo XX que nos ha sido transmitida, la primer mitad del siglo XX fue de la física -gracias a los desarrollos de la teoría de la relatividad, la física y la mecánica cuántica y la física atómica-, mientras que la segunda mitad del siglo XX habría sido de la biología, notablemente, a partir de y gracias a la formulación del famoso dogma de la biología y el descubrimiento de la estructura del ADN, gracias a Watson y Crick. No creo que esta imagen sea estrictamente verdadera, pero no es éste el lugar para demostrarlo. Quiero asumir aquí, por brevedad del tiempo, la validez de esta creencia a fin de avanzar en el tema que me propongo considerar aquí, a saber: qué significa, cómo es y cuáles son los alcances y las implicaciones de pensar en sistemas vivos. Dada la finalidad epistemológica de este texto, pensar en sistemas vivos es el motivo que sirve, en realidad, para establecer cómo la comprensión y la explicación de la vida en general puede contribuir, ulteriormente, a una mejor comprensión de las ciencias y del mundo actual en general. La idea en la que se basa este texto es, por tanto, la de que podemos pensar a la manera de la biología, y más generalmente de las ciencias de la vida, para lo cual, sin embargo, se exige una nueva comprensión de las ciencias biológicas. Pues bien, puntualmente dicho, me propongo mostrar de qué manera las ciencias de la vida se inscriben en el marco más amplio de las ciencias de la complejidad; o lo que es que es equivalente, inversamente, cómo las ciencias de la complejidad son ciencias de la vida aunque lo contrario no se pueda decir necesariamente. Para ello, es preciso partir del reconocimiento básico de que la biología es una ciencia perfectamente reciente, posible gracias precisamente al hecho de que nace a raíz de que fue posible formular una teoría que explicara los fenómenos vivos. La

biología nace como ciencia gracias a Darwin y su teoría de la selección natural expuesta en su libro de 1859, El origen de las especies por medio de la selección natural. La historia que cubre el período comprendido entre 1859 (Darwin) y 1953 (Watson y Crick) es justamente el objeto de un trabajo que reevalúa, por decir lo menos, la imagen de la ciencia mencionada al comienzo. Pero ese es objeto de otro trabajo aparte. Aquí, quisiera concentrarme en una perspectiva más epistemológica que se articula en cinco ejes principales, así: en primer lugar, se impone comenzar por una discusión acerca de lo que son los sistemas vivos y qué implica esta comprensión. Diversos elementos de tipo al mismo tiempo histórico, filosófico y científico componen este primer momento. En segunda instancia, es importante observar que en el marco de la nueva biología o de la filosofía de la biología el estudio de los sistemas vivos o sistemas que exhiben vida no se reduce a la biología, sino, por el contrario, convoca una diversidad de disciplinas, ciencias y aproximaciones. El tercer eje hace referencia al significado específico de las ciencias de la vida en el panorama de la ciencia y la cultura contemporánea. Varias precisiones se imponen en este lugar. El cuarto eje se ocupa de los alcances e implicaciones que pensar en sistemas vivos tiene de cara al tema, genérico, de las organizaciones, a propósito de lo cual emerge el tema de los sistemas sociales naturales, los sistemas sociales humanos y los sistemas sociales artificiales. Finalmente, el quinto eje se concentra en las relaciones entre ciencias de la vida y política, en el sentido más amplio de la palabra, con lo cual se quiere hacer referencia aquí al alcance e implicaciones que pensar en sistemas vivos tiene de cara a la acción individual y la acción colectiva. Este texto tiene un carácter sintético en el que, no obstante, se trabaja una tesis: pensar en sistemas vivos corresponde para el conjunto de ciencias, prácticas y disciplinas, pensar a la manera de la ecología o de la biología evolutiva; puntualmente dicho, ambas, ecología y biología evolutiva, se

integran en la que ha llegado a ser conocido como “nueva biología” y que se expresa en la obra de autores como B. Goodwin, R. Solé, S. Kauffman, J. Lovelock o, desde el punto de vista filosófico, S. Mitchell.

Una vez más: ¿qué es vida?

Mucho terreno ha transcurrido desde cuando E. Schrödinger formuló por primera vez en términos científicos el problema en 1942. La respuesta que aportó este autor es igualmente conocida: los sistemas vivos son neguentrópicos, un concepto que, sin embargo, lo dejaba insatisfecho, pero que apuntaba, con seguridad, en la dirección correcta. La pregunta aquí, como se observará fácilmente, no es la pregunta por la vida, puesto que hay varias formas de vida, siendo las dos más básicas la vida natural –basada en el carbono-, y la vida artificial –cuya física es el silicio-. Lo relevante aquí es que las diversas formas de vida tienen en común varios aspectos determinantes: creación y procesamiento de información, complejidad creciente, selección, autoorganización. En una palabra, evolución y desarrollo. La evolución, que hace referencia a la perspectiva filogenética, y el desarrollo, que se concentra en la dimensión ontogenética. El estudio de los sistemas vivos asume dos dimensiones paralelas y complementarias. De un lado, se trata del reconocimiento de que esta clase de sistemas constituyen el objeto específico de la teoría de la evolución, con todo y el reconocimiento de que la teoría de la evolución no se agota en, ni se reduce a, los sistemas que exhiben vida sino, por el contrario, se amplía a toda clase de sistemas, fenómenos y comportamientos que son susceptibles de cambio, transformación, en fin, desarrollo (Chaisson, 2001)¹. Así, la teoría de la evolución es la mejor teoría desarrollada hasta la fecha que explica la lógica de los sistemas vivos y de los sistemas que exhiben vida (una distinción sobre la cual volveremos más adelante). “Lógica” hace aquí referencia a la dinámica de los sistemas vivos, y en manera alguna debe ser

entendida en el sentido restrictivo de una lógica singular análogamente a la lógica formal clásica. Por el contrario, como tendré ocasión de mostrarlo, la vida se caracteriza, desde el punto de vista lógico, por un pluralismo: pluralismo lógico que afirma una mayor robustez de los sistemas vivos debido justamente a una flexibilidad mayor relativamente a varios principios rígidos de la lógica formal clásica. Este pluralismo lógico que es o que sostiene a la vida constituye a las lógicas no-clásicas, más adecuadamente llamadas como lógicas filosóficas. De acuerdo con la teoría de la evolución, los sistemas vivos y que exhiben vida son el objeto de la selección natural y, en el plano de la cultura, de procesos adicionales de selección cultural, como resultado de los cuales sobreviven los organismos y las especies que mejor logran adaptarse a las exigencias y requerimientos que la selección impone en un medioambiente abierto y esencialmente indeterminado. La adaptación (fitness) es, de esta suerte, el resultado de la evolución y el favorecimiento de todas las estrategias que quepa imaginar y que al mismo tiempo son el resultado de, y garantizan que los organismos y especies transmiten lo mejor de sí mismos –genes, aprendizajes, en fin, cultura-, a los organismos descendientes. Ahora bien, como lo dejó establecido ya Darwin desde la introducción a *El origen de las especies*, selección constituye tan sólo uno de los mecanismos que explican la teoría de la evolución, a saber: justamente el que descubre y expone Darwin, pero que en manera alguna debe ser visto como el único. El debate acerca de cuáles son o serían otros mecanismos explicativos de la evolución constituye uno de los ejes de la investigación en filosofía de la biología, biología evolutiva y biología del desarrollo, notablemente. Desde este punto de vista, como se aprecia fácilmente, la teoría de la evolución es claramente una teoría incompleta en un dúplice sentido: en uno, debido a que el autor de la teoría de la evolución por medio de la selección así lo expone y que, como lo muestra con suficiencia S. J. Gould, por otra parte

(2005), la selección constituye una teoría sólida y coherente. De otra parte, al mismo tiempo, la teoría de la evolución es una teoría incompleta debido a que el objeto de la misma –los organismos, especies y sistemas vivos–, por definición inacabados, en el sentido preciso de que los organismos y especies no cesan jamás de adaptarse, puesto que en el momento en el que la adaptación se detiene, las especies y organismos son eliminados de la economía de la naturaleza. Al respecto habría que hacer mención del hecho de que los fenómenos que marcan los grandes procesos de adaptación se deben a cataclismos terrestres provocados por causas externas (cometas o meteoritos que se estrellan sobre la faz del planeta) o internos (terremotos en gran escala, como producto de la tectónica de placas). Como quiera que sea, existen al mismo tiempo otros mecanismos más sutiles y de corto plazo que provocan selección y adaptación, siendo quizás el más conspicuo la teoría del equilibrio puntual, formulada originariamente por Eldridge y Gould. La segunda dimensión, paralela y complementaria de la teoría de la evolución que explica la lógica de los sistemas vivos, está dedicada al problema del origen de la vida. Entreabierto por el propio Darwin, pero con insuficientes elementos de su parte para abordarla y resolverla, la dimensión relativa al origen de la vida se lleva a cabo, hasta la fecha de la manera más satisfactoria, por parte de la teoría de la autoorganización, la cual se encuentra estrechamente entrelazada con el estudio de los fenómenos emergentes. De esta suerte, autoorganización y emergencia se erigen como complementarias a la teoría de la evolución, completando, así, la dúplice dimensión necesaria para el estudio de los sistemas vivos. En otras palabras, tenemos de esta suerte los componentes básicos a partir de los cuales, o el marco dentro del cual, cabe pensar efectiva y adecuadamente el fenómeno de la vida, en general. En otras palabras, esto significa que pensar en sistemas vivos equivale exactamente a pensar en términos evolutivos. La teoría de la evolución², en

efecto, es la mejor teoría desarrollada hasta la fecha para el estudio de fenómenos caracterizados por cambio, transformación, dinámica y, lo que es aún más determinante, por su dinámica en el tiempo. La incorporación de la teoría de la evolución como estructura de pensamiento se convierte, así, en una condición inaplazable para el estudio de y el trabajo con sistemas vivos. La dificultad –notablemente cultural, si no emocional o psicológica- estriba en el hecho de que, en rigor, pensar en términos evolutivos corresponde exactamente a pensar en términos no teleológicos – una dificultad detrás de la cual se escudan claros detractores fundamentalistas en contra de la teoría de la evolución . Puntualmente dicho, la teoría de la evolución constituye la mejor teoría hasta la fecha que explica la lógica de la vida. Para entender esta idea, naturalmente, hay que entender que se trata de la teoría de la evolución tal y como se encuentra hasta la fecha (Gould, 2004). Quisiera decirlo de manera franca: la vida es un fenómeno físico, de tal suerte que la física y la biología constituyen una unidad sólida. En otras palabras, no hay, como se afirmó en la ciencia clásica, dos ciencias: la física y la biología, aquella fundamental, esta derivada. Ciertamente, no es posible hacer buena ciencia sin un fundamento físico, pero la vida debe ser entendida como un sistema físico que lleva a cabo procesos de información y cuyas dinámicas le imprimen a la física –prima facie- unas estructuras que la modifican sustancial e irreversiblemente. El sistema de pensamiento que permite entender la no dualidad de física y biología es el pensamiento recursivo, gracias al cual cabe entender que las estructuras disipativas, como lo expusiera ya suficientemente I. Prigogine, constituyen y atraviesan por igual a la física y a la biología, al igual que a la sociedad y al cerebro. La vida posee, claramente, un fundamento. Sin embargo, la paradoja radica en el reconocimiento de que este fundamento –punto de apoyo arquimédico, por así decirlo-, no es singular y único, sino plural y multidimensional. En

efecto, el fundamento mismo de la vida es la diversidad, la cual se estructura –desde el punto de vista epistemológico- en tres grandes niveles que no implican, en absoluto orden ni jerarquía. La diversidad es al mismo tiempo biológica o natural, cultural y genética. Aquellos países que son ricos en biodiversidad en los tres sentidos de la palabra se conocen como países megadiversos y con conocidos como hot spots y auténticos baluartes para el sentido de la vida. La consecuencia inmediata de esta idea salta inmediatamente a la vista: la vida es fenómeno global –integral, si se prefiere-, que existe en múltiples escalas, dimensiones, manifestaciones, todas las cuales son constitutivas de la diversidad. Como lo han observado varios autores (Mitchell, 2003; Margulis, 1995; Lovelock, 1993; Lovelock et al., 1989), la vida es ubicua, y es prácticamente imposible voltear y no encontrar vida – vida aeróbica y anaeróbica, unicelular y multicelular, en los abismos del océano o en las cuevas más profundas de la tierra, por ejemplo. Y aún así, el rasgo más determinante del fenómeno de la vida es la interdependencia y las conexiones de formas que incluso aún seguimos descubriendo gracias a los aportes de numerosas ciencias y disciplinas. En otras palabras, el estudio de la vida exige, de entrada, la adopción de aproximaciones lenguajes, metodologías y lógicas multiniveles, multicomponentes, en fin, multidimensionales. De cara a la historia del conocimiento occidente –esto es, la “historia oficial” y predominante de la ciencia normal (T. Kuhn)-, este descubrimiento es a todas luces innovador y desafiante a la vez, específicamente para los tipos de pensamiento habituados a pensar en términos jerárquicos, lineales, reduccionistas. En efecto, que la vida sea un fenómeno multivariado y evolutivo demanda la capacidad de un pensamiento radical y permanente abierto, tanto más cuanto que el estudio de los sistemas vivos constituye, en realidad, el estudio mismo del continuo vago: vida-medioambiente. Pues bien, el medioambiente es un concepto esencialmente indeterminado, en el sentido

preciso de que no conoce un límite preciso, fijo, estático. Mientras que el descubrimiento de la estructura del ADN por parte de Watson y Crick sentó las bases para el desarrollo de la biología molecular, los trabajos en esta dirección y sobre esta base terminaron afirmando, en ocasiones incluso a pesar de sí mismo, un determinado tipo de reduccionismo, a saber: el determinismo genético por encima y al margen, en muchas ocasiones, de la importancia del medioambiente o de la cultura. Hay que decir claramente que el reduccionismo de la biología molecular constituye un paradigma triunfante, por lo menos a la luz de los tres ejes destacados de la misma: la clonación, la ingeniería genética (o DNA recombinante) y la biotecnología en general. La expresión puntual de este triunfo se condensa en el Proyecto Genoma Humano (PGH) y su fase subsiguiente, la genómica, un programa de investigación aún en ciernes pero en crecimiento constante. Pues bien, mientras que esto sucedía en un plano de las investigaciones en biología en general, en otro plano distinto el estudio de la vida adquiría y adquirió, de manera consolidada, un estatuto propio. Me refiero al trabajo revolucionario iniciado por J. Lovelock y luego continuado conjuntamente con L. Margulis en torno a Gaia. De acuerdo con Lovelock, es posible una definición planetaria de vida así: la vida es un fenómeno automantenible a nivel planetario, esto es, en el tiempo y en el espacio. En otras palabras, ver vida y pensar en vida equivale exactamente a pensar en escalas planetarias, globales, integrales y no simple y llanamente locales. En términos más elementales: un planeta –la Tierra- es un organismo vivo con capacidad de homeostasis. Así, no es correcto decir “hay” vida en un planeta, a la manera de contenido-contenedor o elemento-conjunto, sino, mejor aún, el planeta mismo está vivo, o el planeta es vida. Se produce así un desplazamiento del lenguaje de la física “planeta” al de la biología. El concepto que mejor expresa este desplazamiento, acuñado originalmente por Lovelock y Margulis, es el de Gaia. Lovelock designa como

geofisiología a la ciencia de Gaia. Como se aprecia sin dificultad, en una síntesis apretada, puede decirse que asistimos a un desplazamiento de la física hacia la biología, que implica no pensar ya más en términos de cuerpos, masas y fuerzas, sino, mejor aún, en términos de organismos, sistemas, poblaciones y nichos. En síntesis, en términos de relaciones-variables. Mejor aún, pensar absolutamente en un fenómeno multicomponente, multivariado, multidimensional y de escalas diversas. La física –ciertamente la física clásica- no puede en manera alguna afirmar algo semejante como tampoco, por lo demás, la biología molecular de corte reduccionista. De manera puntual, no hay absolutamente ningún elemento ontológico-material que permita diferenciar la vida de la no-vida. En otras palabras, gracias a la tabla de elementos periódicos, hemos logrado identificar el alfabeto de la totalidad del universo conocido y por conocer y, subsiguientemente, el alfabeto de toda forma de vida conocida y por conocer. Ello, desde luego, no impide que aún queden algunos baches en las transiciones entre la química inorgánica y la química orgánica, baches que se han venido llenado rápida y consistentemente en los últimos años. Como quiera que sea, como resultado de los avances en campos como la bioquímica, la biología computacional, la biología evolutiva y la propia geofisiología, hemos llegado a reconocer que la vida es no es una entidad, sino una organización. Más exactamente, un sistema autoorganizativo y automantenible. Justamente por esta razón es preciso hablar –acaso indistintamente- de sistemas vivos y sistemas que exhiben vida. Por todo lo anterior, puede decirse sin dificultad, que la vida constituye el fenómeno de máxima complejidad conocida, al interior de la cual emerge, el problema concomitante de las relaciones mente-cerebro, y en general, el problema de la conciencia y del lenguaje. Pues bien, quiero argumentar en favor de la tesis que sostiene que la conciencia, el lenguaje y la información pueden y deben ser entendidos en términos emergentistas,

pero que no por ello son diferentes, superiores u opuestas a fenómenos físicos. Si lo anterior tiene sentido, cabe entonces reconocer, sin dificultad alguna que el estudio de la vida y de los sistemas vivos forma parte de las ciencias de la complejidad. Esta idea, sin embargo, merece una consideración aparte por sí misma. Como quiera que sea, no existe ni es posible una definición única de la vida. La búsqueda de una definición singular de la vida es un contrasentido que esconde una filosofía reduccionista que quiere comenzar o terminar en una preconcepción determinada y se niega a ver la diversidad de fenómenos, dinámicas y expresiones que es la vida misma. Más exactamente, existen varias definiciones de vida. Para finalizar esta sección, cabe una observación puntual aunque algo larga. Se trata de la comprensión usual de las ciencias de la vida. Desde el punto de vista científico, se trata de destacar las definiciones provenientes de las ciencias de la vida. Encontramos definiciones tan diversas como la definición fisiológica de la vida, la definición homeostática de la vida, la definición termodinámica de la vida, la definición neurológica, y varias otras. Cuatro grandes grupos se pueden destacar, así: las ciencias de la agropecuarias, las biológicas, las médicas y otras. Las ciencias de la vida agropecuarias incluyen a las ciencias agropecuarias, producción agropecuaria, recursos naturales renovables, cultura del agua, ciencias de las plantas, arquitectura paisajista, ciencias agropecuarias internacionales y ciencias de los suelos. También incluye: química agropecuaria, agronomía, ciencias animales, conservación, pesca y vida salvaje, silvicultura y horticultura. Las ciencias de la vida biológicas incluye biología general, ciencias biológicas, biofísica, zoología, microbiología / bacteriología, botánica, anatomía, parasitología, biometría, bioquímica, biología celular y molecular, ecología, epidemiología, toxicología, bioestadística, entomología, genética de plantas y animales, patología humana y animal, psicología humana y animal, farmacología

humana y animal, anatomía médica, bioquímica médica, microbiología médica, toxicología médica, patología médica, inmunología médica. También incluye ciencias de los alimentos y de la nutrición, ciencias naturales, alergias e inmunología, biogeografía, biotecnología, patología, antropología física, virología y especializaciones biológicas varias. Las ciencias de la vida médicas incluye neurociencias, medicina general, optometría, farmacéutica, medicina veterinaria, radiobiología, medicina osteopática, podología, odontología, enfermería, siquiatría / salud mental, salud pública y otras ciencias médicas básicas. Disciplinas especializadas incluyen anestesiología, cardiología, cirugía de colon y recto, cirugía oral, dermatología, medicina familiar, gastroenterología, cirugía general, medicina geriátrica, hematología, medicina interna, medicina neo y perinatal, cirugía neurológica, neurología, medicina nuclear, radiología nuclear, ginecología y obstetricia, oncología, oftalmología, ortopedia / cirugía ortopédica, otorrinolaringología, pediatría, farmacología, medicina física y de rehabilitación, cirugía plástica, medicina preventiva, psiquiatría, cirugía torácica, urología y otros programas médicos. Los programas de residencia se excluyen de la investigación. Y finalmente, un cuarto grupo que incluye gerontología, tecnologías de laboratorio de salud y médicas, terapia física, ciencias y servicios de desórdenes en la comunicación, tecnología de atención, servicios de rehabilitación / terapéuticos, servicios administrativos de salud y médicos, terapia ocupacional y otras profesiones de la salud y servicios relacionados. También incluye proyectos multidisciplinarios dentro de las ciencias de la vida. Como quiera que sea, los sistemas vivos exigen y permiten a la vez el tránsito de la mera biología, a la nueva biología, esto es, la biología que se afirma recursivamente como física, y que reconoce que la vida es un fenómeno no-lineal de complejidad creciente.

Vida y complejidad

Creo que el estudio de los sistemas vivos constituye un estupendo modo para mostrar en qué consiste la complejidad y que significa “complejo”, antes de optar por el camino inverso, que consiste en partir del estudio de los sistemas complejos adaptativos para ilustrarlo, por ejemplo, con la biología y los sistemas vivos. Pues bien, es justamente aquella estrategia la que me propongo seguir en esta sección. De hecho, fue justamente L. Margulis quien caracterizó a la termodinámica alejada del equilibrio, desarrollada principalmente por I. Prigogine como la primera de las ciencias de la complejidad. La razón estriba en el hecho de que la termodinámica del no-equilibrio es la primera explicación científica que logra explicar que los sistemas vivos son fenómenos de complejidad creciente. Pues bien, quiero aprovechar este reconocimiento para sostener, de un lado, que los sistemas vivos se caracterizan no simplemente por su carácter evolutivo, sino, mejor aún, por el hecho de que la evolución muestra una tendencia general –un vector, dicho en términos físicos- de complejización creciente, tanto desde el punto de vista estructural, como dinámico, el resultado de lo cual muestra que la adaptación es el rasgo más destacado resultante de la lucha por la selección. Al mismo tiempo, sin embargo, de otra parte, la idea mencionada sirve para defender la idea de que las ciencias de la complejidad no se ocupan simplemente de sistemas dinámicos, y ni siquiera de fenómenos complejos (puesto que hay también sistemas de complejidad decreciente), sino, más adecuadamente, de fenómenos, sistemas y comportamientos de complejidad creciente – una idea que, por lo demás, no aparece claramente, sobre la mesa, a la luz del día, en la mayor parte de la bibliografía dedicada a la complejidad. Los sistemas vivos tienen un rasgo singular, relativamente a cualquier otra clase de fenómenos en el universo. Se trata de sistemas en los que el tiempo –y más exactamente la finitud del tiempo- marca una impronta de orden

ontológico. En química esta impronta se expresa con el concepto de “reacción”. Sobre esta base, cabe entonces precisar que la flecha del tiempo tiene en los sistemas vivos una carga definitiva: se trata de la irreversibilidad de la flecha del tiempo³.

La complejización creciente que caracteriza a los sistemas vivos y a los sistemas que exhiben vida es el resultado de emergencias y, dicho negativamente, no precisamente de explicaciones causales de cualquier tipo (multicausalidad y demás). A fin de comprender esta idea, se impone una doble clarificación. En primer término, es preciso profundizar un tanto acerca del concepto de “emergencia”, habitualmente empleado en el contexto del estudio de complejidad. Posteriormente, se trata de observar el concepto mismo de “autoorganización”, puesto que ambos, emergencia y autoorganización se implican recíproca y necesariamente. Mientras que toda la historia de la humanidad occidental estuvo fundada desde el punto de vista lógico y ontológico en el concepto de causalidad, la ciencia contemporánea, y más exactamente las ciencias de la complejidad, desplazan el foco del interés por la causalidad hacia el estudio de fenómenos y propiedades emergentes. En rigor, el principio de causalidad consiste en una idealización cuya última expresión es la noción de multicausalidad. En contraste, las explicaciones emergentistas tienen el mérito de mostrar con claridad lo que la causalidad no exhibe, a saber: la diversidad, el modo como el o los efectos son relevantes e influyen incluso sobre las causas, en fin, la producción de estructuras, patrones, estructuras y organizaciones más ricas y diversas (Holland, 1998; Jonson, 2001; Morowitz, 2002). La emergencia fue comprendida por parte de J. Holland (1998), como aquel proceso a partir del cual de poco surge mucho y cómo el conocimiento que se tiene de lo poco no permite, en manera alguna, anticipar o predecir lo mucho que emerge. Es claro que con una mirada rápida y descuidada el concepto de “emergencia” podría dar la impresión

de que los procesos mismos mediante los cuales estudiamos una ausencia de relación directa entre causa y efecto podría dar la sensación de que se omiten explicaciones precisas y detalladas. Sin embargo, el mérito central del concepto de emergencia consiste en permitir una visión más amplia que lo que permite el concepto de causalidad, reduccionista, por definición. Más exactamente, se trata de atender la ausencia de conexiones lineales entre causa y efecto, las afectaciones que los efectos producen sobre la(s) causa(s), en fin, los vacíos incluso entre causa y efecto. El principal mérito del concepto de emergencia estriba en que permite estudiar –digamos incluso ver- la diversidad que resulta de determinados procesos, algo que a la luz de la causalidad no es posible. Dicho en términos filosóficos, los fenómenos que implican vida son el resultado de propiedades y comportamientos que no tienen una relación uno-a-uno (1-1), sino, por el contrario, son el producto de interacciones, codependencias y procesos de más de un agente o factor. No existe, en suma, ningún fenómeno más sorprendente que la vida misma.

Los sistemas vivos son, por consiguiente, fenómenos emergentes a partir de la materia y la energía, que no solamente generan entropía en el universo sino que además y fundamentalmente aprovechan la entropía que generan y que existe a su alrededor en el medioambiente –natural y cósmico-. En otras palabras, las leyes que constituyen a la entropía y a la evolución son exactamente las mismas. En este punto se impone una observación importante. Mientras que la teoría de la evolución explica satisfactoriamente la lógica de la vida –selección-adaptación-, el problema relativo al origen de la vida es abordado y respondido parcialmente hasta la fecha de la mejor manera por parte de la teoría de la autoorganización. De acuerdo con S. Kauffman (2998), la teoría de la autoorganización de los sistemas vivos se basa en una lógica precisa: en redes booleanas, es decir en bucles recursivos autocatalíticos cerrados de estructuración creciente. De

esta suerte, la autocatálisis constituye, dicho puntualmente, la mejor explicación acerca del más difícil de los problemas relativos al origen de los sistemas vivos. Esta idea supone, de entrada, el reconocimiento de que la vida nace desde el origen con/como una complejidad mínima. En otras palabras, la vida aparece, en este sentido, como una estructura ya compleja y no como un agregado lineal de elementos. Los más destacados trabajos en biología celular y en biología evolutiva han llegado a ratificar esta idea primigenia. Esta idea puede ser presentada en términos más precisos, gracias a S. Kauffman (1998), en los siguientes términos. Los sistemas vivos existen y se desenvuelven (= evolucionan y se desarrollan) en el umbral constituido por una subcriticalidad y una supracriticalidad. Aquella se caracteriza por el polo, por así decirlo, en el que la mecánica clásica y cuántica predomina y que hace imposible la emergencia de estructuras vivas; ésta otra, por el polo en el que las estructuras vivas se disuelven por el peso de la física y que rompe la homeostasis en varios puntos y niveles. Los sistemas vivos existen, en resumen, en un estado crítico permanente en el que se modifican el medioambiente en el cual existen y se adaptan al mismo tiempo al medioambiente que ellas sostienen y modifican por obra de la evolución. Ahora bien, el hecho verdaderamente significativo de la complejidad de los sistemas vivos estriba en su no-linealidad. Más exactamente, los sistemas vivos, tal y como queda ya establecido suficientemente por parte de la teoría del caos, tienen memoria pero tienden a olvidarla. Por eso se comportan caóticamente. Son sensibles a las condiciones iniciales y, en cada paso, de acuerdo con las exigencias del medio ambiente y los retos adaptativos que implican estas exigencias, modifican el valor del parámetro en el que se encuentran (= existen), introduciendo justamente no-linealidades. Más exactamente, los sistemas no-lineales no se caracterizan tanto por su memoria como por el aprendizaje que hacen, esto es, por la capacidad adaptativa, por definición

incesante. Pues bien, es este aprendizaje el que les permite ir abriendo o constituyendo horizontes a cada paso. Es importante observar que, desde el punto de vista de las ciencias de la complejidad, la estructura es un resultado de la función, algo que en el contexto de la biología ha sido muy bien expuesto por parte de Kauffman (1995) y Solé y Goodwin (2000). El factor más importante, en efecto, de los sistemas vivos es el hecho de que, sobre la base de que se trata de formas de organización estructuralmente cerradas, los procesos energéticos –homeóstasis- y de información que los atraviesan y que ellos mismos, a la vez, constituyen y transforman son auténticas funciones constitutivas que tienen resultados en múltiples escalas y estructuras de los sistemas vivos, ya sea que se los considere ontogenética o filogenéticamente. Sin embargo, en rigor, hay que decir que el reconocimiento de que la estructura es un resultado de la función no constituye por sí mismo un rasgo exclusivo de las ciencias de la complejidad o de la nueva biología sino, más bien, un resultado de las tendencias más innovadoras que explican lo que es la vida y los sistemas y fenómenos que exhiben vida.

Ciencias de la vida, complejidad, ecología y medioambiente.

En esta sección quiero sostener una tesis. Los sistemas vivos constituyen una unidad básica con el medioambiente; esta unidad tiene el carácter de un continuo vago, en el sentido preciso de que no existe absolutamente ninguna frontera precisa que permita delimitar la vida del medioambiente. Ahora bien, la comprensión tradicional de medioambiente ha tenido, abierta o implícitamente, un carácter espacial o espacializante. Creo que una comprensión semejante es válida tan sólo parcialmente. Es necesario, al lado de la especialidad del medioambiente, reconocer que éste tiene,

además, un carácter temporal. Parte del medioambiente son los recuerdos y memorias que marcan, de alguna manera, las dinámicas de los sistemas vivos. Pues bien, la sensibilidad al medioambiente espacial se corresponde con una sensibilidad semejante hacia la memoria histórica de los sistemas vivos. Esta memoria descansa, se expresa y se articula de diversas maneras. La memoria de los sistemas vivos adquiere cuatro formas o expresiones fundamentales, así: i) la memoria genética que consiste en la transmisión de los genes de una generación a la siguiente pero que admite, sin embargo, alteraciones aleatorias dependiendo de factores al mismo tiempo recesivos y culturales o de influencia del medioambiente; ii) la memoria orgánica integral que sobre la base de la memoria genética incluye además la integración de los diversos sistemas del organismo de tal suerte que garantizan una flexibilidad o robustez que se traduce en la salud integral del organismo; iii) existe la memoria cultural de corto plazo y iv) la memoria cultural de largo plazo. Es habitual, por ejemplo por parte de la psicología recurrir a la analogía con los sistemas computacionales para designar a la una como la memoria RAM y a la otra como la memoria orgánica o de base del sistema; más sencillamente, la memoria de corto plazo y la memoria de largo alcance. Pues bien, desde el punto de vista puramente organicista, en especial de cara al continuo salud-enfermedad, estos cuatro tipo de memorias se articulan en dos, de la siguiente manera: como la memoria genética de la enfermedad (que es estructural) y como la enfermedad por contagio o por senescencia (crónica); esta última demanda un análisis multivariado y multidimensional. Nuevamente S. Mitchell. Las dos clases de memoria anteriores articulan, desde el punto de vista epistemológico, dos dimensiones principales: estas son la epidemiología y la memética. Ahora bien, desde el punto de vista filogenético, lo verdaderamente significativo consiste, en los alcances de ambas gracias a lo cual podemos hablar sin ninguna dificultad de memoria cultural,

patrimonio de la humanidad, sostenibilidad. Como es sabido, debemos legarle a las generaciones futuras los bienes que hemos recibido en términos de calidad por lo menos tan buena como la recibimos. Sin embargo, en rigor, esta demanda no parece ser empíricamente posible. La memética hace aquí referencia a los mecanismos culturales mediante los cuales no simplemente imitamos, sino transmitimos creencias, comportamientos y hábitos, de manera análoga a como se producen los contagios de enfermedades, esto es, de manera no-teleológica, sin que por ellos las explicaciones de tipo finalista queden proscritas (Blackmore, 1999). Ahora bien, como quiera que sea, pensar el medioambiente exige e implica a la vez un pensamiento de tipo conjuntista, es decir, que hace referencia a o se basa en la teoría de conjuntos (originalmente desarrollada por Cantor, pero que incorpora los trabajos de Koch, Serpienski, Julia, Mandelbrot). Tanto más cuanto que las definiciones usuales de medioambiente contienen siempre la expresión: “es el conjunto”, de factores, de formas o condiciones externas, de elementos, por ejemplo. En otras palabras, se trata de la idea según la cual pensar en conjuntos implica de entrada el reconocimiento de que el conjunto es justamente más que la sumatoria de las partes, una idea que se ha hecho muy popular en el marco de los enfoques sistémicos y de las ciencias de la complejidad. Quisiera subrayar este factor: pensar en sistemas vivos corresponde exactamente a pensar en términos medioambientales y ecológicos y, consiguientemente, equivale a pensar en términos de teoría de conjuntos. Dicho de manera puntual, se trata de pensar, por consiguiente, en términos de inclusión, exclusión, intersección, complementariedad, relaciones. Pero si ello es así, entonces no es forzado o difícil elaborar el puente con temas tales como Cantor, topología, Sierpinski, Koch, Julia, Mandelbrot. Sólo que, notablemente gracias a Mandelbrot, entonces el pensamiento sobre conjuntos exige el reconocimiento explícito de que tratamos con sistemas

recursivos y con estructuras recursivas de pensamiento. Al respecto, una afortunada ilustración de en qué consiste este tipo de pensamiento se encuentra en la obra clásica de D. Hofstaeter, Gödel, Escher y Bach, en la que al mismo tiempo que se ilustran, se explican también tres modos fundamentales de recursividad en música, arte y lógica. Como se aprecia, se trata, así, del acceso a las nuevas matemáticas y las lógicas y estructuras que las soportan y les son subyacentes. Me refiero, por ejemplo, en términos matemáticos, a la teoría de categorías (Mac Lane), a las lógicas no-clásicas, en fin, igualmente, a la ciencia de conexiones (science of connections). Sin embargo, estos temas, componentes de las ciencias de la complejidad, nos extenderían demasiado en el objetivo propuesto. Como quiera que sea, lo importante en este contexto es el reconocimiento explícito de que los sistemas vivos evolucionan y se desarrollan con base de múltiples lógicas y no en una sola. Precisamente por ello es perfectamente razonable afirmar que el pluralismo lógico coincide con la lógica misma de la evolución. Los sistemas vivos, en otras palabras, trabajan a veces con independencia del principio de idempotencia, se desarrollan como sistemas multideductivos, no obedecen ciegamente el principio de no-contradicción, en fin, no operan con base en el principio de identidad como idea fija y sin transformaciones, por ejemplo. Estos son, justamente, algunos de los criterios que caracterizan a las lógicas no-clásicas. Si se quisiera resumir lo anterior, sería posible sostener, de manera general, que la lógica de la vida coincide, plano por plano, con la abducción, en el sentido, por ejemplo, de Ch. S. Peirce. Pues bien, el significado preciso de lo que precede apunta al hecho básico de que los sistemas vivos son sistemas abiertos, y que pensar, por tanto, en términos de vida equivale exactamente a reconocer que no existen ni son posibles sistemas aislados o cerrados, y que son, en realidad, abstracciones. Pero si hablamos de sistemas abiertos, la termodinámica del no-equilibrio se erige como el

terreno primario para hablar, estudiar, explicar y convivir con sistemas vivos y/o que exhiben vida. La traducción elemental de los sistemas abiertos es la de que no existen dos cosas: la vida y el medioambiente, sino un continuo vago. Pero, asimismo, tampoco existen, en otro plano, dos cosas: la vida y la muerte o la vida y la no-vida. La no vida o la muerte es, en realidad, un producto derivado (by-product) de la vida misma.

Sistemas vivos y sistemas de organización

La lógica de la vida es exactamente la lógica de las redes –que por ejemplo se expresan en términos de cadenas tróficas-, ciclos bioquímicos –del carbono, del nitrógeno y demás-, codependencias y co-evolución. Ahora bien, por definición, las redes son inasibles. No es posible tomar a la vida, en general, a la manera de la masa o de un cuerpo, como se habla en física. Por el contrario, los sistemas vivos constituyen continuamente, transforman, dan lugar a desaparezcán y re-constituyen sistemas sociales de diversa escala y dimensión. Este es otro claro rasgo fractal de la vida, a saber, la recursividad. La consecuencia más importante del reconocimiento de que la vida se funda en redes –y que, consiguientemente, estas son móviles, esto es, adaptativas. Esto significa que su topología no es nunca estable en el tiempo, pero que el tiempo de los sistemas vivos se mide en unidades cruzadas cuya base primera es el tiempo geológico-, consiste en que no existe un centro o un pináculo único ni definitivo. En otras palabras, no existe en la naturaleza una especie que se pueda definir como especie clave, es decir, como aquella que o bien sirve de fundamento a todas las demás o que puede ser reconocida como la finalidad misma de la evolución. Mejor aún, de la misma manera que un organismo no sostiene ni hace posible una especie, así mismo no existe ninguna especie que sostenga ni sirva como finalidad de un ecosistema – o de Gaia. La idea de una centralidad rígida y definida constituye, ciertamente, uno de los supuestos

más determinantes de toda la ciencia, la filosofía y la cultura tradicionales. (Este es otro argumento que muestra por qué razón el descubrimiento de la vida no pudo ser posible antes, en la historia de la humanidad occidental). Por el contrario, pensar en términos ecológicos o evolutivos implica reconocer de entrada que no existe (ni ha existido) absolutamente ninguna especie que pueda identificar claramente como “clave”. La ecología y la biología evolutiva pusieron al descubierto, al cabo, que ese era, en realidad, un pseudo-problema. El foco se desplazó entonces y permanece siendo el del trabajo con y la identificación de “especies sombrilla”, lo cual ratifica la idea de que pensar la vida consiste en pensar en redes. Matemáticamente hablando, es pensar en términos y en función de topología. La teoría clásica de la evolución –el darwinismo, en contraste con el neodarwinismo, que es el resultado de la síntesis estupenda que llevan a cabo autores como Dobzhansky y Fischer-, acentuaba la competencia y la selección sobre la cooperación y la adaptación. Pues bien, la perspectiva más reciente de la evolución (Gould, 2002) ha puesto suficientemente de manifiesto que los sistemas vivos existen, evolucionan y se desarrollan principalmente con base en principios de cooperación. La cooperación es en realidad el resultado de que la lógica de la vida es lógica de tiempo que se juega o dirime a largo plazo. La unidad primaria de la evolución se mide en términos geológicos, y en geología se comienza a hablar de tiempo a partir del millón de años. De esta suerte, las unidades de tiempo fundamentales en la unidad vida-medioambiente es el tiempo a largo plazo y cuyo punto arquimédico es la cooperación. Esta idea adquiere, en perspectiva antrópica un matiz radicalmente distinto y se erige como un motivo serio de reflexión. La consecuencia más inmediata de la reflexión es aquí la relativización del mundo en términos antropocéntricos o antropológicos. El o los humanismos de todo tipo deben, por tanto, redefinirse en el marco amplio de la vida, la ecología o la evolución. No existe absolutamente

ningún elemento ontológico-material que permita distinguir la vida de la no-vida (Stewart, 1998). Por el contrario, las diferencias entre la vida y la no-vida pueden decirse de tres maneras distintas, así: se trata de diferencias cualitativas, diferencias de grados o diferencias de organización. En efecto, por ejemplo, entre una mesa y una bacteria, o entre un avión y un mamífero no existe absolutamente ninguna diferencia ontológico-material. Tan sólo diferencias de grados, cualitativas o de organización. La razón para este reconocimiento es el hecho de que el alfabeto de la totalidad del universo conocido o por conocer e prácticamente conocido: consiste en la Tabla de Elementos Químicos (o tabla periódica) (118 elementos hasta la fecha, muchos de ellos naturales, varios sintéticos o artificiales; pero sus lugares entre los metales o gases, livianos o pesados, su peso atómico y su orden de identificación está bastante adelantado hasta el momento). Dicho en términos más sencillo: la vida es un concepto que incluye la dimensión biológica y natural pero que la desborda. Desde el punto de vista físico y químico, existen dos formas fundamentales de vida, así: la vida basada en el carbono –que es la forma básica y la única conocida con origen en la naturaleza-. La química de la vida basada en el carbono es justamente la química orgánica a partir de la constitución de moléculas y cuya dinámica más importante son los conocidos ciclos bioquímicos (ciclo del carbono, del hidrógeno, del nitrógeno. De otra parte, existe, además, la vida artificial, cuya física es actualmente el silicio y su química está constituida principalmente por algoritmos genéticos. La vida artificial es vida creada en el computador y su origen es eminentemente cultural y, más exactamente, científico y tecnológico: es vida creada por el ser humano, y cuyas expresiones más destacadas son el desarrollo de sistemas expertos y la robótica. En términos de ingeniería y computación, se trata del desarrollo de programas que generan a su vez nuevos programas con características análogas a las evolutivas en la naturaleza; es decir, aprendizaje, memoria,

capacidad para llevar a cabo deducciones, etc. Los sistemas vivos existen y se organizan en tres grandes dimensiones o sistemas, cuya tipología es bien conocida. Existen tres clases de sistemas sociales, que remiten a tres dimensiones de la vida. Se trata de los sistemas sociales naturales, sistemas sociales y sistemas sociales artificiales. Lo verdaderamente apasionante consiste en que los tres se encuentran perfectamente entrelazados y remiten el uno a al otro. Estas tres clases de sistemas sociales se corresponden por completo con la idea anterior de una no separación o división ontológico-material de la vida. Los sistemas sociales naturales comprenden los sistemas físicos y químicos y se prolongan hasta los sistemas objeto de la biología y la ecología, en el sentido preciso de la palabra. Los sistemas sociales humanos comprenden a las ciencias sociales y humanas en el sentido amplio de la palabra y que incluye, por tanto, a otras ciencias y disciplinas tales como la economía, la administración y las ciencias de la salud. Por su parte, los sistemas sociales artificiales comprende a las ingenierías, las ciencias de la computación y en general a la inteligencia artificial, los sistemas expertos, la vida artificial y la robótica. Ahora bien, desde el punto de vista lógico y heurístico, las dos formas de vida -la natural y la artificial- y los tres sistemas sociales en los que se organizan -naturales, humanos y artificiales- han llegado a entroncarse, por así decirlo, alrededor de un tema perfectamente novedoso y que marca un contraste fuerte con respecto a toda la historia de la cultura occidental en el más amplio sentido de la palabra. Se trata del descubrimiento y el trabajo con inteligencia colectiva conocida más técnicamente como inteligencia de enjambre (racionalidad colectiva: swarm intelligence) (Bonabeau et al., 1999). La inteligencia colectiva es el tipo de inteligencia que caracteriza a los insectos sociales y a las formas colectivas de existencia y de organización: los cardúmenes, las manadas, los enjambres. (Al respecto es fundamental recordar que el 90% de los artrópodos son sociales y muchos

de ellos han llegado a ser como benéficos). En efecto, el contraste grande con respecto a toda la historia de Occidente radica en el hecho de que, desde el punto de vista de la filosofía de la ciencia, el supuesto fundamental de la humanidad occidental es el individualismo ontológico, el cual ha llegado recientemente a ser matizado con/como el individualismo metodológico. Se trata de la tesis que sostiene que en la naturaleza y en el universo sólo el individuo siente, sabe, conoce, recuerda, es libre o culpable, se salva o se condena, por ejemplo. En contraste, la inteligencia colectiva pone de manifiesto que la robustez de determinadas especies consiste en la flexibilidad de sus relaciones, cuya lógica es siempre, esencialmente, la de contigüidad. En efecto, si la lección más importante de la teoría de la evolución radica en el aprendizaje de cómo la cooperación –y no tanto la competencia- es el factor decisivo para la adaptación (= supervivencia), y que, consiguientemente, la evolución favorece los procesos, modos y duraciones de las conexiones cooperativas sobre las competencias y las luchas, pues en este mismo sentido la evolución resalta bastante más las formas colectivas de racionalidad o inteligencia sobre las puramente individuales. El hecho sorprendente, sin embargo, es que este aspecto fue reconocido como determinante apenas a partir del año 1998 gracias al trabajo pionero de Theraulaz, Bonabeau y Dorigo. Posteriormente otros trabajos han ampliado y profundizado las investigaciones pioneras de estos investigadores, pero la base permanece: la inteligencia colectiva constituye la base de la adaptación, notablemente para aquellas especies y organismos que son capaces, dadas las restricciones del medioambiente, de asociarse y cooperar como un solo organismo. Sólo que esto no debe ser interpretado en el sentido de una especialización del trabajo –algo que en absoluto existe en la naturaleza, y de lo cual las abejas y las hormigas son ejemplos conspicuos-, o de una jerarquía rígida regida por alguna especie de a priori. Para ser justos, el

desarrollo de la idea fundamental de la inteligencia colectiva o de enjambre ha dado lugar recientemente a la corporización, por así decirlo, de la inteligencia colectiva estudiada en el computador. Esta corporización implica al mismo tiempo un desarrollo y una afirmación –o confirmación– de las ideas pioneras de la inteligencia colectiva. Se trata de la robótica colectiva (swarm robotics) (Sahin, et al., 2007), cuyo mérito central estriba en el hecho de que la cooperación con base en inteligencia colectiva tiene alcances y promesas, al mismo tiempo, fundamentales no solamente para la comprensión de la vida, sino, mejor aún, para la convivencia entre la vida natural y la vida artificial. En cualquier caso, la base de la robótica se funda en la miniaturización y con ella y desde ella, en las interfases entre el universo microscópico y el universo macroscópico. Pero este es ya otro tema que, derivándose del marco establecido por este texto, desborda la finalidad del mismo (Maldonado, 2008). Propiamente hablando, los sistemas vivos no se saben a sí mismos. Más exactamente, se saben a sí mismos en relación con el entorno o medioambiente, el cual es incesantemente variable. De esta suerte, el conocimiento de sí mismos está mediado por el medioambiente y sus procesos y vicisitudes y está abierto e indeterminado en correspondencia con los procesos y restricciones que a cada paso el medioambiente impone sobre los sistemas vivos así como las transformaciones que estos van produciendo en el medioambiente. Pues bien, es en correspondencia estricta con el medioambiente que la vida –los sistemas vivos, digamos–, adoptan diversas formas de organización, que son variables en el tiempo y de acuerdo con las exigencias o restricciones del medioambiente. En pocas palabras: si los organismos vivos se organizan de una manera o de otra, es siempre en adecuación con el medioambiente; sólo que la evolución favorece aquellas formas de organización que garantizan acción colectiva y, por tanto y concomitantemente, racionalidad o inteligencia colectiva. Pues ello sienta

mejores condiciones de adaptación y supervivencia.

Vida y acción política

Los sistemas vivos no simplemente evolucionan al interior de un nicho ecológico determinado. Como es suficientemente sabido, tanto modifican el paisaje al cual se adaptan como que se adaptan al paisaje modificado. Los sistemas vivos viven en paisajes rugosos adaptativos. De esta suerte, la evolución de los sistemas vivos es contemporáneamente la evolución del entorno en el que se encuentran. El resultado es la ampliación y la profundización del concepto de evolución: nace la coevolución. En consecuencia, la salud de un nicho ecológico se corresponde, punto por punto, con la salud –o la enfermedad- de los organismos que viven allí. Sin embargo, el tema no es tan simple y lineal. La coevolución requiere y produce también un cierto grado de especialización en las comunidades biológicas (Thompson, 2003). Sin embargo, la relación entre especialización y coevolución es asimétrica. O para decirlo mejor: sus equilibrios son inestables y fluctuantes. La coevolución literalmente existe desde los genes, pasando por los mosaicos geográficos hasta las más complejas redes de interacción. En la escala humana, los temas relativos a evolución, selección, adaptación, autoorganización, coevolución y en general de salud-enfermedad implican y demandan de comienzo a fin el reconocimiento de que atravesamos temas y problemas relativos a la acción humana. Pues bien, la acción humana se articula en dos dimensiones fundamentales: la acción individual que es propiamente el campo de la ética y cuya mejor categoría es entonces la de “actitud”. Así, la ética en general se ocupa de las actitudes de los individuos humanos en relación con otros y con el entorno que les impone restricciones. De otra parte, al mismo tiempo, la acción colectiva es comprendida en la esfera más amplia de la política, definida precisamente en términos de las relaciones o transiciones

competencia-cooperación. El problema fundamental del estudio y comprensión de la vida no admite, en absoluto, una distinción entre subjetivo y objetivo (subjetividad y objetividad). Somos al mismo tiempo parte de Gaia e hijos suyos, participantes de la aventura de la vida en el Universo y agentes singulares, miembros de la gran cadena de la vida y sujetos particulares con avatares particulares y biografía. En otras palabras, la vida exige, de entrada, el reconocimiento de que su logos es praxis, una expresión que no se encuentra en manera alguna lejos de la idea básica proveniente de Maturana y Varela (1990) de acuerdo con la cual el conocimiento y la biología constituyen una unidad indisoluble. Desde este punto de vista, el conocimiento de la vida es una sola y misma cosa con las acciones que llevamos a cabo, y en las escalas y dimensiones como tienen lugar; por ejemplo, a nivel del individuo u organismo, de la familia o especie o cultura, o de la gran cadena de la vida que termina coincidiendo, por varios caminos, con el propio universo físico. La vida constituye la mejor respuesta que el universo ha desplegado para superar la entropía. Los sistemas vivos, como con acierto aunque incipientemente lo entreviera Schrödinger, son neguentrónicos. Al mismo tiempo que generan entropía, aprovechan la entropía para, ellos, hacerse posibles y cada vez más posibles. Sólo que el aprovechamiento de la entropía no siempre sucede consciente, voluntaria, deliberadamente. Es más bien el resultado de los aprovechamientos resultantes de la adaptación, la co-evolución y los propios procesos y fenómenos autoorganizativos. Pero si ello es así, entonces, desde el punto de vista de la acción, mejor, de una teoría de la acción humana, tres consideraciones puntuales se siguen de manera necesaria. Desde el punto de vista de las actitudes, la manera más idónea de denominar el título de los temas y problemas relativos a la acción individual es, en el panorama de las ciencias y disciplinas actuales, la bioética. Sólo que la bioética no debe ser entendida en el sentido como

sucede por parte de la corriente principal (mainstream bioethics), como una ética aplicada o derivada. Por el contrario, se trata de aquella dimensión mediante la cual el núcleo es el bios, y la ética se convierte, en realidad en sufijo. De esta suerte, el ethos del bios pivota alrededor del tema central que hemos querido poner de manifiesta, expresamente, en este texto. En consecuencia, la ética –asunto humano por definición y por excelencia-, se convierte, así, en un subconjunto de un plano mayor que la comprende y la hace posible, de la misma manera que la escala humana queda incluida en la dimensión de la vida (bios). Por tanto, las actitudes éticas son, absolutamente, actitudes ante la vida considerada como una red, y no ya simple y llanamente actitudes ante preocupaciones estrictamente humanas. La segunda consideración hace referencia a la acción colectiva como acción política. Sólo que a partir del momento en el que se sitúa a la vida en el foco de todas las miradas con cualesquiera justificaciones, entonces el concepto más adecuado es la biopolítica. Por biopolítica hay que entender igualmente, que la política es el sufijo que pivota alrededor del bios, con lo cual, adicionalmente, también se toma distancia de la biopolítica en sentido usual (mainstream biopolitics). Una buena ilustración de la dirección a la que apunta esta consideración puede verse en la mayoría de los artículos de la revista *Politics and the Life Sciences*. Quisiera, en este contexto resaltar el trabajo de Thacker (2006), a partir del llamado expedito a las implicaciones de la acción colectiva que tiene la biotecnología en sentido amplio. Finalmente, en estrecha relación con las dos consideraciones anteriores, se trata del más delicado de los temas pertinentes a la acción humana, a saber: las formas de organización que la acción, en cualquiera de las dos facetas anotadas, puede admitir para el favorecimiento y posibilitamiento de la vida; de la vida humana, pero con ella también, entonces, de la vida en general en el planeta; de la vida conocida tanto como de la vida tal y como podría ser. Este tercer punto

concierno en general a la administración (management y no administration) de las organizaciones humanas: a) en función de la vida misma, y b) de las propias organizaciones como sistemas vivos. Apunto aquí al desarrollo de una idea que espera aún un desarrollo más satisfactorio. Esta idea tiene que ver con la comprensión de una teoría de la administración (management) como aplicación y particularización de las ciencias de la complejidad; o de las ciencias de la vida. Pero esta tarea aún espera nuestros mejores esfuerzos hacia el futuro. Mientras tanto, lo verdaderamente importante estriba en situar a la administración en el sentido mencionado y su teoría exactamente en términos de una acción política que sitúe sin ambages a la vida como el centro de todos los temas de gestión y de dirección de las organizaciones humanas.

1 “Using non-equilibrium thermodynamics as the crux, I argue that it is the contrasting temporal behavior of various energy densities that has given rise to those environments needed for the emergence of galaxies, stars, planets, and life” (Chaisson, 2001: 15). Y más adelante: “Thermodynamically, then, order or organization is measured according to the number of possible arrangements of a system’s many parts” (ibidem., pág. 25).

2 Esta fue, por lo demás, exactamente la razón por la cual la teoría de la evolución fue incluida dentro del Índice Romano, por parte del Vaticano, hasta hace unos pocos años, por considerarla contraria a las doctrinas de la Iglesia Católica.

3 Al respecto, es preciso, sin embargo, observar que ni en biología, como tampoco en química –y a fortiori, por tanto, en los fenómenos que se derivan de ellos o que se fundan en ellos-, la irreversibilidad no debe ser entendida en el sentido de un fatum ineluctable, puesto que existen también reacciones químicas reversibles, fenómenos biológicos reversibles y procesos vivos que conocen de reversibilidad. Sólo que la reversibilidad,

siendo muy importante, no es estadísticamente dominante; lo cual es tema para una consideración aparte que debe quedar para otro momento y lugar.

Bibliografía consultada

Bateson, G., Lovelock, J., Margulis, L., Atlan, H., Maturana, H., Varela, F., Thompson, W. I., Todd, J., (1999) Gaia. Implicaciones de la nueva biología. Barcelona: Kairós

Bonabeau, E., Dorigo, M., and Theraulaz, G., (1999). Swarm Intelligence: From Natural to Artificial Systems. Oxford: Oxford University Press

Bird, R. J., (2003). Chaos and Life. Complexity and Order in Evolution and Thought. New York: Columbia University Press

Blackmore, S., (1999). The Meme Machine. Oxford: Oxford University Press

Boada, M. y Toledo, V. M., (2003). El planeta, nuestro cuerpo. La ecología, el ambientalismo y la crisis de la modernidad. México: F.C.E.

Chaisson, E. J., (2001). Cosmic Evolution. The Rise of Complexity in Nature. Cambridge, MA/London: Harvard University Press

Erdi, P., (2008). Complexity Explained. Verlag Springer

Goodwin, B., (1998). Las manchas del leopardo. La evolución de la complejidad. Barcelona: Tusquets

Gould, S. J., (2002). The Structure of Evolutionary Theory. Cambridge, MA/London: The Belknap Press of Harvard University Press

———, (1999). La vida maravillosa. Burgess Schale y la naturaleza de la historia. Barcelona: Crítica

Gribbin, J., (2006). Así de simple. El caos, la complejidad y la aparición de la vida. Barcelona: Crítica

Holland, J., H., (1998). Emergence. From Chaos to Order. Reading, MA: Addison-Wesley Publishing Company Inc.

Johnson, S., (2001). *Emergence. The Connected Lives of Ants, Brains, Cities, and Software*. New York: Scribener

Kauffman, S., (1995) *The Origins of Order. Self-Organization and Selection in Evolution*. Oxford: Oxford University Press

—————, (1998). *At Home in the Universe. The Search for the Laws of Self-Organization and Complexity*. Oxford: Oxford University Press

—————, (2000). *Investigations*. Oxford: Oxford University Press
Lovelock, J., (1993). *Las edades de Gaia. Una biografía de nuestro planeta vivo*. Barcelona: Tusquets

Maldonado, C. E., (2008). “Implicaciones filosóficas de la nanología”, en *Episteme* (próximo a aparecer).

Margulis, L., Sagan, D., (1995) *What is Life?* Simon & Schuster

—————, (2001). *Microscosmos. Cuatro mil millones de años de evolución desde nuestros ancestros microbianos*. Barcelona: Tusquets

Maturana, H., Varela F., (1990). *El árbol del conocimiento. Las bases biológicas del conocimiento humano*. Madrid: Debate

Mitchell, S. D., (2003). *Biological Complexity and Integrative Pluralism*. Cambridge University Press

Morowitz, H. J., (2002). *The Emergence of Everything. How the World Became Complex*. Oxford: Oxford University Press

Sahin, E., Spears, W. M., and Winfield, A. F. T. (eds.), (2007). *Swarm Robotics*. Springer Verlag

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

Stewart, I., (1998). *Life's Other Secret. The New Mathematics of the Living World*. John Wiley & Sons, Inc.

Thacker, E., (2006). *The Global Genome. Biothecnology, Politics, and Culture*. Cambridge, MA/London: The MIT Press

Thompson, J. H., (2003). El proceso coevolutivo. México: F.C.E.

Wilson, E. O., (2006). La creación. Salvemos la vida en la tierra. Buenos Aires: Katz Editores.