

Publicado en: *Visiones sobre la complejidad*, 2ª Edición, Colección “Filosofía y Ciencia” No. 1, Santafé de Bogotá, Editor, y coautor. Capítulos: Introducción, pp. 5-8, y “Esbozo de una filosofía de la lógica de la complejidad”, pp. 9-27. El libro: pp. 1-263, ISBN 958-8077-17-6; primera edición 1999; “Esbozo de una filosofía de la lógica de la complejidad”, reeditado en: *Información, educación y salud en la sociedad del conocimiento*, Bogotá, Colciencias/Fepafem/Academia Nacional de Medicina, pp. 37-53, ISBN 958-96171-5-8

ESBOZO DE UNA FILOSOFÍA DE LA LÓGICA DE LA COMPLEJIDAD

Carlos Eduardo Maldonado

Introducción

Me propongo estudiar aquí la complejidad como una forma específica y nueva de racionalidad. El dominio en el que me quiero situar es el de la filosofía de la ciencia, y el problema que me propongo abordar es el de la caracterización de lo que tentativamente llamaré la lógica de la complejidad.

Desde la emergencia de este tipo de racionalidad que es la complejidad, uno de los problemas principales ha sido el de la medición o la determinación misma de la “complejidad”. Encontramos en la ya grande y aun creciente bibliografía sobre complejidad una preocupación recurrente en este problema¹. Comparando el estado del problema de la complejidad con el de la simplicidad, o con el paradigma de la simplicidad, es evidente un contraste marcado, así: mientras que lo simple y la simplicidad – o lo que quiera que sea simple – es por definición singular y en cada caso

¹ Entre otros, véase Y. Bar-Yam, *Dynamics of Complex Systems*, Addison-Wesley, Reading, MA, 1997; M. Gell - Mann, *El quark y el jaguar*, Tusquets, Barcelona, 1995; G. Nicolis y I. Prigogine, *La estructura de lo complejo*, Alianza Editorial, Madrid, 1994; N. Rescher, *Complexity. A Philosophical Overview*, Transaction Publishers, New Brunswick/London, 1998; J. Casti, *Complexification*, Addison Harper Collins: New York, 1994; J. Holland, *Hidden Order: How Adaption Builds Complexity*, Addison Wesley: Reading, MA, 1995; J. Holland, *Adaptation in Natural and Artificial Systems. An Introductory Analysis with Applications to Biology, Control, and Artificial Intelligence*, The MIT Press, 1992; S.A. Kauffman, *The Origins of Order. Self-Organization and Selection in Evolution*, Oxford University Press, 1993; S. Kauffman, *At Home in the Universe: The Search for Laws of Self – Organization and Complexity*, Oxford University Press, New York/Oxford, 1995; R. Lewin, *Complexity: Life at the Edge of Chaos*, MacMillan, New York, 1992; K. Mainzer, *Thinking in Complexity: The Complex Dynamics of Matter, Mind, and Mandkind*, Springer Verlag, Berlin, 1994.

único, en el caso de la complejidad nos la vemos de entrada con pluralidad, diversidad, y ciertamente con una no – univocidad. Ni del término ni del problema.

La simplicidad se expresa, en su forma más abstracta, en la forma del principio de causalidad. Y durante un tiempo bastante largo (en realidad 25 siglos), la causalidad fue, en cada caso, singular, determinada; y ciertamente lo que con Aristóteles aprendimos como “causa eficiente” y que devino en “causa” sencillamente. Como es conocido, el pensamiento de la simplicidad es reductivo, o lo que es equivalente, reduccionista. Y precisamente por ser reduccionista, el estudio del mundo en términos del principio de causalidad corresponde exactamente a un procedimiento regresivo, en el sentido de que el conocimiento de las causas o la determinación de las mismas conduce a su vez, cada vez, retrospectiva o retroactivamente, hacia atrás, y así, efectivamente, el problema conduce a la pregunta por la causa última o primera; un problema que tiene el riesgo grande de afirmar ad hoc una concepción creacionista de la ciencia y del conocimiento – un problema enormemente grande y crítico para la filosofía de la ciencia, en general.

De acuerdo con el principio de causalidad, la causa es exterior y ajena al efecto, de tal suerte que el conocimiento pleno o suficiente de la causa nos permite anticipar o determinar el efecto. Sin embargo, la historia reciente de la ciencia y la lógica ha venido a mostrarnos que, además del principio mencionado, que es en realidad el principio clásico de causalidad, existen dos situaciones adicionales, así: de un lado, se trata del aprendizaje reciente según el cual una sola causa puede tener más de un efecto y, de otra parte, varias o múltiples causas pueden producir un solo y mismo efecto. Podría ampliar este análisis, pero el aspecto verdaderamente apasionante se encuentra en la pluralidad de la complejidad.

De la complejidad existen varios modelos, varias formas de comprenderla, varios planos. Desde el punto de vista de la filosofía de la ciencia, N. Rescher destaca tres modos principales de complejidad,² así:

² N. Rescher, *op. cit.*, pág. 9.

MODOS DE COMPLEJIDAD

Modos Epistémicos

Complejidad de Formulación (Formulaic Complexity)

- 1- *Complejidad Descriptiva*: Longitud de la información que debe darse para suministrar una descripción adecuada del sistema del caso.
- 2- *Complejidad Generativa*: Longitud del conjunto de instrucciones que se deben dar para suministrar una receta que produzca el sistema del caso.
- 3- *Complejidad Computacional*: Cantidad de tiempo y esfuerzo implicado en la resolución de un problema.

Modos Ontológicos

Complejidad Composicional

- 1- *Complejidad Constitutiva*: Número de elementos constitutivos o de componentes de una sistema o estructura.
- 2- *Complejidad Taxonómica (Heterogeneidad)*: Variedad de elementos constitutivos: número de diferentes especies de componentes en sus configuraciones físicas.

Complejidad Estructural.

- 3- *Complejidad Organizacional*: Variedad de diferentes modos posibles de ordenar componentes en modos diferentes de interrelación.
- 4- *Complejidad Jerárquica*: El grado de elaboración de las relaciones de subordinación en los modos de inclusión y subsunción. Desagregación organizacional en subsistemas. Las unidades de orden superior son siempre más complejas que las unidades inferiores.

Complejidad Funcional

- 5- *Complejidad Operativa*: Variedad de modos de operación o tipos de funcionamiento.
- 6- *Complejidad Nómica*: Grado de elaboración e intrincación de las leyes que gobiernan el fenómeno del caso.

Por nuestra parte, más sencilla y resumidamente, podemos presentar dos conceptos principales de complejidad, así:

- a) *La Complejidad computacional* tiene que ver con el tiempo requerido por un ordenador para resolver un problema determinado. Claramente, es una comprensión dependiente del contexto, y claramente el contexto principal es, en el mundo actual, el mundo del ordenador. (Un caso particular de esta clase de complejidad es la complejidad de Kolmogorov y que se conoce como complejidad informacional algorítmica). Así, la complejidad algorítmica se define por la más corta longitud de descripción de una secuencia dada.
- b) *La Complejidad efectiva* está relacionada con la descripción de las regularidades de un sistema por parte de otro sistema complejo adaptativo que lo esté observando. Este concepto de complejidad se complementa con el de complejidad potencial y que designa el incremento de complejidad por parte de un sistema en un tiempo determinado.

En el proceso de configuración de la complejidad como forma de racionalidad, es posible identificar tres caminos distintos de pensamiento. Estos tres caminos son articuladores de lo que podemos denominar la lógica de la complejidad. Estos tres caminos son: la complejidad como método, la complejidad como cosmovisión y la complejidad como ciencia o las ciencias de la complejidad. La complejidad como método es conocida también como el pensamiento complejo, y se condensa en la obra de E. Morin ³; la complejidad como cosmovisión comprende a la Escuela de Palo Alto (E:U), y encuentra en el nombre de G. Bateson su más claro representante ⁴; por su parte, la complejidad como ciencia es, de lejos, la rama más amplia e importante y está representada por nombre como I. Prigogine, H. Maturana y F. Varela, S. Kauffman, P.

³ Cf. *El Método*, cuatro volúmenes: I: La naturaleza de la naturaleza,; II: La vida de la vida; III: El conocimiento del conocimiento ; IV: Las ideas de las ideas.

⁴ Cf. *Espíritu y Naturaleza*, Ed. Amorrortu, Buenos Aires, 1984.

Bak, Ch. Langton, y muchos otros más. Estos tres caminos de la complejidad articulan manifiestamente la lógica de la complejidad en maneras y en grados bastantes diferentes como veremos..

Me propongo caracterizar los rasgos centrales de cada uno de estos caminos hacia la complejidad a fin de presentar al mismo tiempo los rasgos comunes y las diferentes entre ellos. Pero en realidad, mi presentación de la complejidad como método y como cosmovisión es una forma indirecta de concentrarme en el punto que verdaderamente me interesa: la complejidad como ciencia. Al final presentaré mi propia comprensión y evaluación de la complejidad, con lo cual quedan sentadas las bases para la posterior elaboración sistemática de una filosofía de la lógica de la complejidad.

1- La complejidad como método.

De los tres caminos de o hacia la complejidad, la complejidad como método es manifiestamente la más popular. Ello se debe no solamente al lenguaje mismo que emplea, el cual no obstante la introducción de numerosos neologismos y grafismos (como flechas, guiones intermedios, backslashes), es elemental y directo. Esto se aprecia, desde luego, en la obra misma de E. Morin ⁵. Por vía de contraste, digamos que la complejidad como ciencia no es precisamente muy popular, precisamente debido al hecho de que se trata de verdadera investigación de punta, y debido seguramente al lenguaje matemático, biológico y físico que marca fuertemente este camino de/hacia la complejidad. A lo cual hay que agregar que una forma fuerte de trabajo y desarrollo suyo es en la forma misma de los lenguajes de ordenadores como los programas de simulación.

Ya desde el primer volumen del *Método*, Morín introduce la necesidad de concebir o de desarrollar un nuevo método, distinto al de la ciencia clásica, el cual es designado por Morin esencialmente como un anti – método. A fin de clarificar en qué consiste esencialmente el método en E. Morin, quisiera hacer aquí una consideración previa.

⁵ La obra de Morin se compone principalmente de los siguientes títulos: *El método, El paradigma perdido, Lo vivo del sujeto, Tierra – Patria, Mis demonios, Pensar Europa.*

En la historia de la filosofía y de la ciencia ha habido dos grandes concepciones acerca del método. Inicialmente, inaugurado por la filosofía y la lógica de Aristóteles, el método es concebido instrumentalmente como *organon*. De esta suerte, las discusiones sobre el método no solamente fueron acerca de los medios o los caminos, las herramientas o los procedimientos para alcanzar un fin, sino, precisamente por ello, el método estuvo separado del objeto y cayó preferencialmente del lado del sujeto. La vía de acceso del sujeto al mundo y a la lógica del mundo fue metódica y/o metodológicamente. De hecho, la metodología surgió como uno de los tres grandes componentes de la lógica formal clásica, conjuntamente con la lógica y la semiología⁶.

La otra gran concepción del método en la historia de la ciencia y de la filosofía es introducida por Kant y por la filosofía trascendental. Me refiero al método como criterio, esto es, como *canon*. En este segundo caso, el método no adquiere tanto un estatuto de herramienta cuanto que de parámetro de validez. Así el método sigue estando del lado del sujeto y distinto y externo al objeto, pero por así decirlo, cumple la función de marco dentro del cual se establecen las relaciones entre el sujeto y el objeto. Como criterio, las discusiones en torno al método son en realidad cuestiones que giran en torno al análisis de las condiciones de posibilidad de o para la experiencia y/o para el conocimiento de la experiencia.

Pues bien, *grosso modo*, toda otra discusión en la historia del pensamiento filosófico y científico clásico se encuentra inmersa en una de estas dos posturas. Así por ejemplo, en términos del lenguaje del positivismo o del neopositivismo, las discusiones en torno a semejantes son tan sólo variaciones o casos particulares del método concebido como *organon*. Por su parte, discusiones, por ejemplo, acerca de acción – participación, el método del análisis del lenguaje, y otros, forman parte de o integran capítulos singulares del método entendido como *canon*. Morin no hace ninguna mención en su obra del método entendido como *canon*, y a sus ataques se dirigen, con razón, tan sólo contra el método comprendido en el sentido de manipulación, como *organon*.

⁶ Véase Bochenski, *Historia de la Lógica formal*, Ed. Gredos, Madrid, 1990; de otra parte, véase también, W. y M. Kneale, *The Development of Logic*, Oxford, Clarendon Press, 1962.

Dejo de lado la consideración acerca de meta – métodos o filosofías del método, dentro de las cuales se destacan las discusiones acerca de un posible método dialéctico, a la manera de las filosofías hegeliana o marxista, pues no constituyen contribuciones directas a la discusión sobre el método.

Dicho esto, concentrémonos entonces alrededor de la comprensión por parte de Morin de la complejidad como método. Sin duda, el mérito central del pensamiento de Morin radica en lo que llamamos en complejidad genéricamente como “pensamiento relacional”. El uso claramente exagerado de figuras y de grafismos conjuntamente con el énfasis enorme que coloca en la configuración de nombres y conceptos fundados en prefijos en la obra de Morin ⁷, no denota otra cosa que el esfuerzo grande por desarrollar y por enseñar un pensamiento relacional; o pensamiento de redes. Si bien ésta es una característica general a todo el pensamiento de la complejidad, es igualmente, sin dudas, uno de los dos rasgos definitorios y claramente distintos de la complejidad como método. El método consiste en el aprendizaje de ese pensamiento relacional. Pero el método mismo no es simplemente pensamiento, sino, más ampliamente, es una actitud general hacia el mundo, la naturaleza, la vida, en fin, también hacia el propio conocimiento.

Esta actitud general que es *El Método* tiene una muy clara posición. Se trata del esfuerzo constante y denodado de Morin por recuperar o por poner en plano lo que él denomina lo vivo del sujeto (*Le vif du sujet*), esto es; la centralidad absoluta del sujeto cognoscente. Desde este punto de vista, la obra de Morin se inscribe perfectamente dentro de la más clásica tradición francesa, a saber, es una filosofía del sujeto y, bien entendida, *a la limite*, puede identificarse con una filosofía de la conciencia.

Independientemente de nuestras preferencias y de las opciones que hallamos elegido o frente a las cuales debemos decidir, encontramos en la historia del pensamiento filosófico y científico diversos retos sin los cuales no es posible avanzar y que hay que tener necesariamente en cuenta. Uno de esos retos heredados es la idea expresada por Marx en las *Tesis sobre Feuerbach*, según la cual la filosofía (o el pensamiento) se reduce a ser tan sólo una interpretación del mundo, o bien, y ambas opciones son

⁷ Pre/eco/geno/feno/trans/epi/multi/retro/peri/..

radicalmente excluyentes entre sí, la filosofía tiene como asunto transformar el mundo. La gran dificultad que tiene el hermenéutica, pero en manera alguna es satisfactorio con respecto al reto heredado desde Marx: se trata, adicionalmente, de transformar el mundo. Creo que de la obra de Morin como tal, la obra misma de Morin no tiene como finalidad otra que la de elaborar una propedéutica de/hacia la complejidad. Desde los volúmenes del *Método*, es principalmente en otros libros en donde encontramos más nítidamente estos elementos que podrían ser más que simplemente interpretación compleja del mundo.

2- La complejidad como cosmovisión

La segunda comprensión de la complejidad esta formulada por G. Bateson, y es posible decir que una continuidad de la misma se encuentra en La trama de la vida de F. Capra⁸. En rigor, es cierto que este camino de o hacia la complejidad no se denomina a sí mismo como complejidad, sino más propiamente como pensamiento sistémico. De hecho, La Escuela de Palo Alto, en California, es importante por la introducción del pensamiento sistémico en toda la línea en las discusiones y en los modos mismos de trabajo científicos. La contribución más grande de la Escuela de Palo Alto se encuentra, sin dudas, en la configuración de verdaderas áreas de trabajo científico como propiamente sistémicas: existe una psicología sistémica, una comprensión sistémica de la salud, una administración de empresas sistémica, y varios otros más.

El pensamiento sistémico tiene sus propios antecedentes y seguramente ningún otro texto presenta tan claramente los antecedentes históricos de este tipo de pensamiento como en el libro de Capra antes mencionado. El mérito del mismo consiste en que su presentación de los antecedentes históricos y conceptuales del enfoque sistémico es interno a la exposición y desarrollo del problema fundamental de este pensamiento.

No es gratuito que el pensamiento complejo se desarrolle en la forma misma de pensamiento sistémico, tanto menos cuanto que el problema fundamental que constituye el eje del pensamiento de G. Bateson es lo que él mismo denomina la

⁸ F. Capra, *El Punto crucial. Ciencia, sociedad y cultura naciente*, Buenos Aires, Ed. Troquel, S.A., 1998, y *La trama de la vida*, Ed. Anagrama, Barcelona, 1998.

búsqueda de “la pauta que conecta” (*The connecting pattern*). De esta suerte, si bien puede decirse de toda la complejidad que es holista, es en G. Bateson – aunque también claramente en Morin – en donde el carácter holista remite, aunque sea indirecta y tácticamente, a un trasfondo espiritual y/o religioso ⁹.

Pues, bien, esta constituye, justamente, la gran dificultad de la complejidad entendida como cosmovisión. En efecto, la comprensión holista del universo tiene el mérito grande de no separar los planos de la realidad ni los componentes de la misma, y por el contrario, nos revela lo real mismo como movimiento y como forma antes que como sustancia. La dificultad consiste, entonces en lo siguiente: si tal es, manifiestamente, el orden y el modo mismo de lo real, ¿cómo *acceder* a esa visión – ¡sistémica! – del universo?

¿Cómo hacer posible una visión sistémica que no sea holista (en el sentido religioso de la palabra)?¹ O también, ¿cómo comprender el pensamiento sistémico desde una perspectiva ética o religiosa distinta? En Bateson encontramos una respuesta indirecta a estas preguntas. Esta respuesta se articula en los “pasos para una ecología de la mente”. En Capra hallamos una respuesta sencilla y bella: tan sólo por vía empática cabe acceder a esa nueva forma de racionalidad que ese el pensamiento sistémico. Pero se trata, como podemos observarlo bien, de una indicación clara y directa, antes que de una respuesta metodológica, o propedéutica ¹⁰.

3- La complejidad como ciencia.

⁹ Este aspecto es notablemente evidente a partir de otro de los libros de Bateson: *De los ángeles*.

¹ La dificultad del presupuesto religioso de los enfoques holistas no es, propiamente hablando, lo religioso mismo, sino el hecho de que: a) no se explicita el sentido mismo de eso religioso dando lugar entonces a comprensiones vagas y/o incongruentes; y b) en que tácitamente podría prestarse para la exclusión de otras actitudes no religiosas o bien de actitudes religiosas que no sean precisa ni necesariamente religiosas.

¹⁰ Mi propia hipótesis es que, particularmente en *La trama de la vida*, por primera vez se introduce una propuesta claramente política por parte del pensamiento sistémico; a esta propuesta es preciso agregarle lo que M. Gell – Man denomina las “transiciones” futuras y a las cuales debe responder la complejidad. Dejo aquí de lado una ampliación de esta hipótesis pues no pertenece inmediatamente al propósito del presente texto.

Mientras que la complejidad como ciencia depende de un pensador singular, por más que esté buscando articularse en la Asociación Internacional para el Pensamiento Complejo, y asimismo, si bien existe un incipiente trabajo colectivo, particularmente académico en el desarrollo mismo de la complejidad como cosmovisión, la situación de la complejidad como ciencia es sustancialmente diferente.

Existe una red de pensamiento complejo y sus vínculos son sólidos y múltiples¹¹. Se trata de centros académicos y de investigación como L'École Normale Supérieure de París, el Instituto Max Planck de Química Biofísica en Göttingen, el Instituto de Química Teórica de Viena, la Universidad de Stuttgart, la Universidad Libre de Bruselas, la Universidad de Utrecht, el Departamento de Ciencias Puras y Aplicadas de Tokio, el ATR, cerca de Kyoto, los Centros para el Estudio de Sistemas no Lineales de las Universidades de Santa Cruz, Berkeley y Davis en California, la Universidad de Arizona, el Centro para la Investigación de Sistemas Complejos del Instituto Beckman, adscrito a la universidad de Illinois, la Universidad Chalmers en Göteborg, el NORDITA en Copenhague, el Instituto Internacional para el Análisis Aplicado de Sistemas, de Viena, el Instituto para el Intercambio Científico en Turín.

A estos centros académicos habría que mencionar la creación de distintas casas editoriales enteramente dedicadas a la publicación de los trabajos científicos sobre complejidad, o por decir lo menos, la creación de colecciones y series dedicadas los temas Complejos: sistemas dinámicos, complejidad, etc. Por ejemplo, tenemos la Princeton Studies in Complexity, la Cambridge Nonlinear Science Series, la editorial Springer Verlag, y su serie Telos, entre otras.

Entre nosotros, existen numerosas personas que trabajan complejidad, pero formalmente hablando tenemos varios seminarios que trabajan formalmente en complejidad, caos, computacional cuántica y matemáticas en la Universidad Nacional de Colombia (Bogotá); en la Universidad Javeriana existe un Seminario Institucional de Epistemología que viene trabajando sistemáticamente la complejidad desde hace más de dos años; existe un seminario – informal, esto es, sin apoyo institucional formal en la Universidad Pedagógica Nacional, y recientemente ha comenzado un trabajo en la Universidad El Bosque centrado particularmente en las relaciones entre complejidad y

Bioética. En otras ciudades existen varios grupos de estudio y de trabajo, y los más sólidos se encuentran quizás en Medellín, aunque sin que sea un trabajo formal.

Desde el punto de vista de una sociología de la ciencia, estas indicaciones son bastante sugerentes, y plantean ante una mirada desprevenida más de una tarea en el plano de las políticas educativas, investigativas y de publicaciones.

Las categorías que configuran a la complejidad como ciencia son ya bastante conocidas. Se trata de conceptos tales como sistemas complejos y comportamientos complejos, bifurcación, caos, atractores extraños, fenómenos de autoorganización, rupturas de simetría y bifurcación, estados en equilibrio, cercanos al equilibrio, lejanos al equilibrio y estados caóticos, estructuras disipativas, modelos de autoorganización, autopoiesis, no – linealidad, sistemas abiertos, sinergia, bucles de retroalimentación, recursividad, emergencia; y sus problemas son, por ejemplo, los sistemas dinámicos, lógicas no – lineales, sistemas conservativos y sistemas disipativos, simulación, interdependencia, comportamiento probabilístico y estrategias de adaptación ¹². Aquellos conceptos y estos problemas, por ejemplo, configuran un cuadro del universo perfectamente distinto al que estábamos acostumbrados y nos revela una realidad totalmente anodina para toda la humanidad, dicho en términos generales, anterior al descubrimiento de la complejidad.

Pues bien, como quiera que sea, la complejidad no trata de absolutamente todos los fenómenos del mundo, sino, se concentra en una “fracción” bien determinada. Esa fracción es la de los sistemas dinámicos. La maravilla es que el trayecto final del siglo XX nos ha enseñado que esa fracción de la realidad es la más amplia, y que por el

¹¹ Para lo que viene, véase M. Gell – Mann, *op. cit.*, págs. 16-17.

¹² Una observación importante se impone. A primera vista, estos conceptos y problemas podrían sugerir, erróneamente, la idea de que las ciencias de la complejidad siguen siendo un paradigma de las llamadas ciencias duras, y de los modelos físicos - matemáticos, biológicos y computacionales. Para contrarrestar esta impresión, por lo menos parcialmente, véase el cuadro de las aplicaciones interdisciplinarias de sistemas complejos no lineales. La importancia de este cuadro radica en mostrar que no es inevitable el empleo de categorías como transición de fase, y otras de origen físico, matemático, informacional, etc., por esta observación debe ser bien comprendida, en el sentido de que tampoco se trata de trazar fronteras lingüísticas u otras entre las ciencias, y entre las ciencias y la filosofía, por ejemplo. He ampliado esta idea en, Maldonado, C.E., “Ideas acerca de la historia y el futuro de las relaciones entre ciencia y filosofía”, en: M. Rujana Q. (comp.), *Problemas actuales de la filosofía*, Bogotá, Universidad Libre, 2000, págs. 105-196. Por lo demás, al final de este texto tendré la ocasión de decir algo más al respecto. Cf. La Introducción a este libro.

contrario, los sistemas estables o estáticos representan la excepción o los estados cuantitativamente minoritarios. En efecto, toda la historia anterior de la humanidad nos enseñó dos cosas: una, que el universo y la realidad – por ejemplo la realidad natural, pero también la realidad social o humana – era inmóvil o fija; y adicional o correlativamente que sus “revoluciones” (por ejemplo las revoluciones celestes) eran periódicas o regulares. Desde luego que siempre supimos de los cambios bruscos (“catástrofes”), de las irregularidades, las excepciones, en fin, de la aleatoriedad. Pero esas situaciones fueron siempre, en todos y cada uno de los órdenes o bien reducidos a explicaciones simples, o bien eliminadas y dejadas de lado. El siglo XX nos ha enseñado, desde diversos ángulos ¹³, el tiempo, la irreversibilidad, la relatividad, la incertidumbre, la existencia de más de una solución posible para los problemas con los mismos valores y con los mismos parámetros, la importancia de las inconsistencias no triviales la inestabilidad del movimiento y las bifurcaciones, en fin, el valor de la vaguedad (*fuzziness*). Pero, adicionalmente, hicimos el aprendizaje de que podíamos referirnos al mundo de una manera perfectamente distinta gracias a esa herramienta conceptual maravillosa que es el ordenador, y aprendimos la simulación de la realidad y de los procesos y fenómenos del caso. En toda historia, el énfasis se desplazó del problema tradicional de establecer las relaciones (de simetría, complementariedad, parecido, analogía oposición etc.) del comportamiento natural o espontáneo de un organismo o sistema con el comportamiento programado del mismo sistema o de otro diferente, hacia los problemas, bastante más complejos, pero también bastante más significativos de las relaciones entre inteligencia natural e inteligencia artificial, llegando, ulteriormente, a los problemas más fundamentales (“metafísicos”) de las relaciones entre la vida natural y la vida artificial. Al cabo, la nueva racionalidad formuló un problema sorprendentemente desconocido para la historia anterior del conocimiento: la pregunta por la vida, la emergencia de las ciencias de la vida, el reconocimiento de que la complejidad es la vida misma o la introduce en el universo la vida.

Desde este punto de vista, dicho en un lenguaje filosófico clásico, quizás como un recurso retórico, si bien prácticamente toda la historia de la humanidad occidental fue

¹³ Estos ángulos hacen referencia a escuelas, autores y formaciones tan distintas como Einstein, Planck, Heisenberg, Wittgenstein, Husserl, Lacan, J. Von Neumann, la fenomenología, las ciencias cognitivas, la filosofía de la mente, Poincaré, Kolmogorov, Monod y Jacob, etc.

parmenídea, esto es, el triunfo de Parménides, Zenón de Elea y Melisso de Samos - ¡debido fundamentalmente al apoyo de Platón! -, el siglo XX asiste a la reencarnación y a la revancha de Heráclito, por así decirlo.

Este es el rasgo distintivo fundamental de toda la complejidad, a saber: comprender la vida tal y como es y, *correlativa y paralelamente, tal y como podría ser*. En su sentido básico, el estudio de la vida tal y como es, constituye, por ejemplo, los programas de investigación de la biología, de la sociología y la política, etc. Por su parte, el estudio de la vida tal y como podría ser configura programas de investigación como el PGH en su fase segunda, la exobiología y el programa SETI, la inteligencia artificial y la vida artificial. Exactamente en este sentido, se produce un entrecruzamiento y una interdependencia que, en el lenguaje de los años sesenta y setenta llamábamos inter -, trans -, y multidisciplinariedad, pero que propiamente se configura como un “territorio de frontera” en el cual existe un diálogo horizontal y abierto entre las ciencias y la filosofía, entre las ciencias y las artes, entre la filosofía y las artes, en fin, entre el conocimiento basado en la percepción natural, espontánea del mundo y los procesos de simulación del mismo.

El problema genérico de la complejidad es, por tanto, el de *explicar* el mundo, y esa es una tarea eminentemente científica, esto es, epistémica. Desde este punto de vista, es claro que la complejidad es ciencia, pero no en el sentido tradicional o clásico de la palabra, un sentido que por lo demás tan sólo prevalece para la conciencia no científica o no filosófica, puesto que es un hecho ya reconocido ampliamente entre la comunidad académica que la ciencia es a la manera de la complejidad. Pues bien, a la manera de la complejidad es la expresión genérica que exige el reconocimiento del diálogo entre la biología y la física, las matemáticas y la lógica, la teoría de la información y la psicología, la neurofisiología y la filosofía, y así sucesivamente. El elemento dramático de esta forma de racionalidad radica en la distancia, exponencial, entre la investigación de punta y la base de la sociedad, entre el aprendizaje de la teoría de los sistemas complejos no lineales y la percepción natural del mundo.

Vivimos un mundo cambiante, con un muy elevado ritmo y que adopta velocidades crecientes; un mundo alta y crecientemente interdependiente y por lo tanto no – linear.

Es un mundo, dicho en el lenguaje de los economistas, diferente de suma cero ¹⁴. En el tiempo, es imposible, ciertamente, por lo menos, por lo pronto a escala planetaria, que vuelva a ser de suma cero. Pues bien, de acuerdo con Prigogina y Nicolis, la complejidad hace referencia a la capacidad de pasar de un comportamiento a otro cuando cambian las condiciones del entorno. La flexibilidad y la adaptabilidad, que son consecuencia de esta se ofrecen.... Esta elección se lleva a cabo a través de la dinámica de fluctuaciones y exige la participación de sus dos manifestaciones antagónicas: la aleatoriedad de corto alcance, como elemento innovador, para que se pueda explorar el espacio de estados; y el orden de gran alcance, para que el sistema pueda mantener un régimen colectivo en áreas macroscópicas del espacio y a lo largo de intervalos temporales macroscópicos” ¹⁵.

En términos generales, esta es, aproximadamente, la lógica de la vida; que es, en el lenguaje de F. Jacob, un juego de posibles. Precisamente por ello, la teoría de las probabilidades surge como una herramienta esencial en el estudio de la complejidad. Ya a comienzos del siglo H. Poincaré mostró suficientemente que la complejidad es un constituyente inseparable del mundo de los sistemas dinámicos. Desde luego que es posible ver al mundo de un modo fijo, estable, fijo, jerárquico o con periodicidades. Y ciertamente el mundo posee elementos, procesos y estados semejantes: estado de equilibrio, movimientos regulares, estabilidades. Para ese mundo, la complejidad no representa mayor cosa, y no se ve muy bien su necesidad. Por el contrario, es cuando descubrimos un mundo de sorpresas, dinámico, con posibilidades, imprevisible, con múltiples conexiones, un mundo además irreversible, como siendo simultáneamente un mundo finito, entonces, claro, aparece la complejidad, y es necesaria una ciencia para explicarlo, un pensamiento para afrontarlo. Esta ciencia no es del modelo clásico, aristotélico, o moderno, positivista. La ciencia de la complejidad se yergue sobre el

¹⁴ En lenguaje físico, podemos presentar tres grandes visiones del universo: el universo newtoniano, el universo einsteiniano y el universo carrolliano (este último llamado así por Jean – Marc Lévy – Leblond en honor de Lewis Carroll). El primero es un universo con un espacio absoluto y un tiempo absoluto (filosóficamente, como es sabido, éste corresponde al universo Kantiano); el segundo es un universo en el que tanto el tiempo como el espacio son relativos; el tercero es un universo en el que el espacio es absoluto y el tiempo relativo. De acuerdo con algún autor, es notable que en el pasado hayamos vivido en un universo carrolliano, y es dado pensar que en el futuro vayamos a vivir igualmente en un universo carrolliano “con sólo un corto intervalo intermedio entre Newton y Einstein). Cf. F. Dyson, *Mundos del futuro*, Ed. Crítica. Barcelona, 1998 págs, 148 y sigs.

¹⁵ Nicolis y Prigogine, *op. cit.*, pág. 291.

transfondo incontestable de que ya no es posible una *scientia magna o una via regia*. Y entonces la filosofía de la lógica de la complejidad nos revela una multiplicidad de complejidades. De suerte que hablar de complejidad es tan sólo un mecanismo de abstracción o de economía del lenguaje, pero lo que se yergue ante nosotros es un mundo polifónico, hologramático y de ubicuidades. Es exactamente en este sentido que la complejidad no es una racionalidad reductiva, sino prospectiva, en cuanto que no solamente nos abre un universo nuevo e inexplorado por la tradición, resolución, adaptación, etc. Mi propia hipótesis es la de que la adecuada comprensión y explicación de este mundo complejo, de complejidades, requiere el estudio al mismo tiempo de lo real y de lo posible, y sobre todo de lo posible como fundamento mismo de lo real¹⁶.

Ahora bien, la esfera por excelencia de las posibilidades se sitúa del lado de los sistemas vivos, y con ello, el problema de lo que sea la vida y cómo sea posible emerge en el centro del estudio acerca de los sistemas complejos, o sistemas no-lineales, o sistemas dinámicos (tres maneras distintas de llamar a un mismo campo de trabajo). Dicho puntualmente, el problema se formula, por ejemplo, en los siguientes términos: la emergencia y la creatividad persistente son a todas luces manifiestas en el universo físico. Pero entonces, ¿qué deben ser (no qué son) los sistemas físicos para que en ellos emerjan complejidades crecientes?² Si se aborda el problema desde el punto de vista de una teoría general de la conciencia, en el marco de las ciencias cognitivas, la formulación sería: ¿Cómo es posible encontrarle en el universo físico un hogar a la conciencia, de suerte que no quepa ya el dualismo?

Es justamente en este sentido que una visión clásica del universo da lugar a una visión dinámica, o compleja, de la misma. El resultado provisional es altamente sorprendente: de un lado, no solamente aún no conocemos lo que sea la física, sino, correspondientemente, aún no logramos explicar el origen y la lógica de la vida. Pero si asumimos tentativamente, por lo pronto, la hipótesis según la cual, la vida genera sus propias condiciones de aparición y desarrollo, y que la forma primaria de vida no es la

¹⁶ Cf. E. Maldonado,); “Qué significa pensar, fenomenológicamente”, en *Revista Praxis*, Universidad del Valle, Nos. 10/11, págs. 107-124, (1999), “La necesidad de la razón”, en *Estudos Leopoldenses. Serie Ciencias Humanas*, Unisinos (Brasil), vol. 154, págs. 103-136, (1998); “El pensar como origen”, en *Universitas Philosophica*, Universidad Javeriana, No. 20, págs. 95-103, (1993), entre otros.

² Para la formulación de la pregunta me inspiro en: S. Kauffman, *Investigations*, Oxford University Press, 2000.

que conocemos, basada en el Carbono, sino que, adicionalmente, es posible hablar de vida artificial, entonces la biología tal y como la conocemos -esto es, la biología terrestre-, aún espera un terreno más sólido para hablar *universalmente* de vida. La visión de base es sencilla: la esfera de lo posible (vida) desborda con mucho a la esfera de lo actual (física); pero si ello es así, la dimensión que se abre es la tematización de los mundos posibles (en el sentido de Lewis). La lógica de la complejidad contiene, así, toda la dimensión de la posibilidad, y sus articulaciones son conceptos como adaptación, emergencia, complejidad creciente, creatividad, y otros.

Aplicaciones interdisciplinarias de sistemas complejos no – lineales

DISCIPLINA	SISTEMA	ELEMENTOS	DINAMICA	PARAMETRO DE ORDEN
Física cuántica	Láser	Atomos	Transición de fase	Forma de ondas de luz.
Hidrodinámica	Fluidos	Moléculas	Transición de fase	Forma de fluidos
Metereología	Clima	Moléculas	Transición de fase	Forma de las nubes.
Biología	Biomoléculas Organismos Población	Moléculas Células Organismos	Transición de F. Crecimiento orgánico. Evolución de poblaciones	Forma estructural. Formas orgánicas. Forma de población
Economía	Sistemas Económicos	Consumidor, productores, etc.	Mecanismos del mercado	Forma del mercado
Sociología	Sociedades	Instituciones humanas, etc.	Historia	Forma de interacción
Neurología	Cerebro	Neuronas	Reconocimiento (Aprendizaje)	Formas de conjuntos de células neurales que representan

				estados externos o internos
Inteligencia artificial (IA)	Redes neurales de IA	Neuronas de IA	Algoritmos de aprendizaje	Formas de conjuntos de células neurales de IA que representan estados externos o internos