

**Published in:** *Praxis Filosófica*, Universidad del Valle, No. 17, Diciembre, ISSN 10120-4688, págs. 103-120

**THE STUDY OF COMPLEX SYSTEMS AND THE QUESTION CONCERNING  
THE PHILOSOPHY OF KNOWLEDGE**

**EL PROBLEMA DE LA FILOSOFÍA DEL CONOCIMIENTO Y EL ESTUDIO  
DE LOS SISTEMAS COMPLEJOS**

Carlos Eduardo Maldonado\*  
Profesor Investigador  
Universidad del Rosario  
[carlos.maldonado44@urosario.edu.co](mailto:carlos.maldonado44@urosario.edu.co)

**Resumen:**

Este texto explora el sentido y la posibilidad de una teoría del conocimiento de los sistemas complejos no lineales. La tesis defendida aquí afirma que el conocimiento de los sistemas complejos tiene que ver con posibilidades antes que con realidades fácticas. Por tanto, el conocimiento se caracteriza por incompletud, incomputabilidad y aleatoriedad, pero con ello el computador adquiere un papel destacado en el estudio de los sistemas complejos. Al final se considera el lugar y la complejidad misma del ser humano como problema complejo.

**Palabras claves:** complejidad, teoría del conocimiento, epistemología, ciencia

**Abstract:**

This paper explores the meaning and possibility of a theory of knowledge vis-à-vis the non linear complex systems. The thesis hereafter defended is that knowledge of complex systems has to do more with possibilities than with factual reality. Therefore, knowledge is characterized by incompleteness, incomputability and randomness, and so computer acquires a relevant role in the study of complex systems. Towards the end, the place and the very complexity of human beings as a complex problem is considered.

**Key Words:** complexity, theory of knowledge, epistemology, science

“Estoy convencido de que las sociedades que dominen las nuevas ciencias de la complejidad y puedan convertir ese conocimiento en productos nuevos y formas de organización social, se convertirán en las superpotencias culturales, económicas y militares del próximo siglo. Aunque hay grandes esperanzas de que así se desarrollen las cosas, existe también el terrible peligro de que esta nueva proyección del conocimiento agrave las diferencias entre quienes los poseen y quienes no” (Pagels, 1991: 54).

---

\* Ph.D. en Filosofía por la K.U.Leuven (Bélgica), *Visiting Scholar* Dept. of Philosophy, University of Pittsburgh (E.U.).

## Introducción

El estudio de los sistemas complejos es un fenómeno reciente en la historia del conocimiento y que ha modificado sustancialmente tanto a las ciencias como a la filosofía que se ocupan expresamente con esta clase de fenómenos, pero, al mismo tiempo, en términos generales, ha modificado de una manera fundamental a las relaciones entre ciencia y filosofía. Para los filósofos ortodoxos o profesionales el estudio de los sistemas complejos se aparece como un asunto externo y ajeno a la propia filosofía, y como un abandono consiguiente de ésta en favor de la ciencia. Por ciencia se asume, entonces, una asimilación a las ciencias positivas, naturales, o físico-matemáticas, y cuyo espíritu es exactamente el de la ciencia de la modernidad. Dos aclaraciones se imponen entonces aquí. Una tiene que ver con la diferencia de las ciencias de la complejidad con respecto a la ciencia moderna. Y la segunda, hace referencia a un supuesto acerca de lo que es la filosofía, de origen hegeliano o husserliano, quizás, en sus versiones más recientes, aunque no exclusivamente dependientes de Hegel o de Husserl, puesto que también se las encuentra en general en toda la comunidad oficial de filósofos, incluso de parte de quienes se ocupan de la filosofía de la ciencia. Según esta segunda acepción, que es, en realidad la más sencilla de exponer, la filosofía se ocupa, prioritariamente de sí misma, esto es, acaso con la historia de la filosofía –Platón, Aristóteles, Edad Media, Descartes, Kant, Hegel, Marx, Nietzsche, Husserl, Heidegger, Wittgenstein, Rawls, Habermas, etc.-. Y para la corriente principal (*mainstream*) de la filosofía de la ciencia, la propia filosofía de la ciencia puede y debe ocuparse, de acuerdo con sus orígenes, exclusivamente de campos como la epistemología, la lógica y la filosofía de la lógica, la propia historia de la filosofía de la ciencia (Kuhn, Laudan, Popper, etc.), o con la filosofía de las matemáticas, la filosofía de la biología, la filosofía de la física, especialmente. En una sola palabra: la filosofía, incluyendo a la filosofía de la ciencia, se ocupa y debe ocuparse de la filosofía *normal* y de la historia *normal* de la ciencia y de la filosofía, en el sentido fuerte acuñado por Kuhn. Puesto que considero excesivamente reduccionista y pobre esta opinión del grueso de los filósofos, quiero pasar por encima suyo sin ocuparme de ella. Mi posición aquí no quiere ser apologética en ningún sentido de la palabra, que sí es lo suyo, esto es, lo de la filosofía profesional normal. Por esta razón quisiera concentrarme en la primera de las aclaraciones anteriormente mencionadas.

Establecer las líneas de continuidad y de ruptura de las ciencias de la complejidad con respecto a la ciencia clásica, es una tarea importante, y que, sin embargo, no ha sido objeto de consideraciones muy elaboradas. En parte, debido al interés y la pasión que ha despertado el descubrimiento de los sistemas complejos y que apenas sí da tiempo para ocuparse con reflexiones de tipo histórico o historiográfico. Pero en parte, también, porque las vías de contraste han quedado, lógica, metodológica y categorialmente expuestas en el camino a manera de mojones que establecen el abandono de un territorio y el comienzo de otro.

Estas vías de contraste se condensan en conceptos y categorías que aparecen negativamente, tales como: rechazo al reduccionismo, no-linealidad, no causalidad, no especialización, conceptos y problemas de frontera, rechazo a cualquier tipo de antropocentrismo y/o antropologismo, irreducibilidad, irreversibilidad, el trabajo prioritariamente con lógicas no clásicas, y otros más; aunque también pueden incluirse conceptos y categorías que aparecen positivamente, tales como: autocriticalidad, autoorganización, emergencia, sinergia, caos, retroalimentaciones positivas y negativas, complejidad algorítmica, aleatoriedad, el papel central del computador, y varios otros.

Existe en la reciente y creciente literatura sobre los sistemas complejos diversos análisis acerca del origen del problema de estos sistemas; son también ya bastantes conocidos los rasgos característicos más generales de los sistemas complejos, igualmente llamados como comportamientos complejos<sup>1</sup>, sistemas adaptativos, estructuras disipativas o también sistemas complejos no lineales. Algunos de esos rasgos son la autoorganización, la criticalidad autoorganizada, la emergencia, su carácter intencional (*purposeful*), la recursividad o la presencia de retroalimentaciones positivas (*increasing return*) y negativas (*decreasing return*), la inestabilidad y la existencia de múltiples y dinámicos equilibrios, su desarrollo a través de paisajes rugosos adaptativos. Por consiguiente, serán tres los temas de los cuales no me ocuparé en este texto, debido a que ya existe una bibliografía amplia sobre ellos. Me refiero a la historia del estudio de los sistemas complejos<sup>2</sup>, a la determinación de sus características propias<sup>3</sup>, y los

---

<sup>1</sup> I. Prigogine prefiere hablar de comportamientos complejos y no de sistemas complejos (Prigogine y Nicolis, 1994:21). Por nuestra parte preferimos adoptar el término de sistemas complejos.

<sup>2</sup> La historia de las ciencias de la complejidad puede remontarse, según el área de trabajo, hasta los años cincuenta del siglo XX, en física, por ejemplo con los trabajos pioneros de Haken, pero su normalización a partir de la creación de centros e institutos de investigación especializados en sistemas complejos no

subtemas y campos que integran en general a la teoría de los sistemas complejos no-lineales<sup>4</sup>. Asimismo, quiero dejar expresamente dicho que no entiendo aquí ni en ningún otro lugar que el estudio de la complejidad se asemeja a lo que popularmente se identifica con la obra de Edgar Morin, y dejo por consiguiente de lado cualquier consideración acerca de la obra de Morin puesto que en otro lugar ya he marcado claramente esas diferencias y he precisado que el área verdaderamente significativa para el estudio de la sociedad, de la naturaleza y del universo en general es el de las ciencias de la complejidad.

Dicho brevemente, estas ciencias se ocupan de explicar el tipo de sistemas cuyo comportamiento no puede ser explicado a partir de los componentes del sistema, sino, por el contrario, como el resultado de interacciones no lineales entre los componentes del sistema. El comportamiento resultante es emergente, y se dice, entonces, que se trata de un sistema complejo. Este tipo de sistemas presenta, entonces, el problema difícil de la medición de su complejidad. Uno de los procedimientos más comunes para la medida de la complejidad del sistema es el de la cantidad de información necesaria para describir el comportamiento de dicho sistema. El tema de la cantidad de la información no es, en absoluto, un tema fácil y constituye uno de los campos de trabajo al mismo tiempo más fructíferos y debatidos en el campo de las ciencias de la complejidad.

A fin de estudiar el problema de la filosofía del conocimiento relativamente a los sistemas complejos, procedo a través de cuatro pasos, así: en un primer paso, presento en qué consiste el problema del conocimiento a la luz del estudio de los sistemas complejos, e introduzco entonces la tesis que me propongo defender con este texto. En el segundo paso argumentativo me propongo mostrar que el estudio de los sistemas

---

lineales se condensa hacia la segunda mitad de los años ochenta del siglo pasado cuando el análisis de los sistemas adaptativos se convierte en un verdadero programa de investigación vinculando equipos interdisciplinarios. Cf. Maldonado, C.E., (2001), y Niño, V., (2001).

<sup>3</sup> Entre las características de los sistemas complejos se encuentran el no equilibrio, la irreversibilidad, la no linealidad, las rupturas de simetría y los fenómenos de bifurcación, la sinergia, la recursividad y varios otros más; la lista varía de un autor a otro, aun cuando sí existe un acuerdo, implícito o abierto acerca de las características centrales de la complejidad.

<sup>4</sup> Los campos de las ciencias de la complejidad varían desde la vida artificial y los sistemas expertos, hasta los fenómenos sociales y económicos o incluso los administrativos y políticos, pasando por el estudio del cerebro, la inteligencia artificial y los sistemas de información en general. Como quiera que sea, más allá de una descripción de los tipos de campos que comprenden a, o que se derivan de, la complejidad, el rasgo más importante es, sin lugar a dudas, la afirmación de que la antigua división del conocimiento entre ciencia y filosofía o entre ciencias naturales y ciencias humanas, o también entre ciencia, tecnología y arte, se revela ahora como lo que siempre fue: una división artificiosa e infundada.

complejos significa, dicho negativamente y con respecto a la historia clásica de la filosofía, el abandono de una lógica y una metafísica de lo actual, de lo real, o de la presencia - como se prefiera; y dicho positiva o afirmativamente, este abandono sucede en la dirección al descubrimiento, exploración y creación de dimensiones de lo posible. El tercer argumento se ocupa de un factor que es bastante conocido por parte de quienes se ocupan del estudio de los sistemas complejos, que es el del papel del ordenador o de la simulación en la relación con la realidad. El significado filosófico de este segundo argumento radica en su crítica del papel encefalocéntrico del conocimiento, y las conexiones fuertes que tiene para una filosofía de la tecnología. Finalmente, el cuarto argumento afirma que el problema del conocimiento consiste en la creación de posibles, y que en eso exactamente estriba el carácter complejo del conocimiento, y expone en qué sentido se entiende tanto lo posible, como la creación misma de las posibilidades.

#### 1-. El problema del conocimiento

Podemos decir de entrada, aunque un tanto provisoriamente, que el problema del conocimiento consiste en que el conocimiento proviene de sí mismo y, en absoluto, es la formulación del encuentro con alguien, de la lectura de un texto, o de la pertenencia a un grupo determinado. Sin entrar a determinar de manera positiva, negativa o instrumental estos otros aspectos, lo cierto es que el problema del conocimiento es, como Aristóteles ya lo formula explícitamente, una especie de encuentro de quien piensa consigo mismo, encuentro que produce un enorme placer, y que establece una clase de conexión distinta entre el sujeto y los demás o entre el sujeto y el mundo. El problema del conocimiento es, desde este punto de vista, una incumbencia personal, y que, porque tiene este talante, puede entonces compartirse con un grupo determinado de la comunidad académica o científica, en cualquier acepción de la palabra.

Hay un problema específico que me interesa elaborar aquí y que, no obstante la bibliografía sólida sobre muchos otros aspectos, muy poco o nada ha sido considerado. Me refiero a las posibilidades de elaborar una epistemología de la complejidad<sup>5</sup>,

---

<sup>5</sup> Recientemente ha aparecido un trabajo de E. Morin con este título, "Epistemología de la complejidad". Sin embargo, quiero dejar en claro que mi propósito aquí es completamente diferente del de Morin, y en general de toda su obra. Es cierto que la elaboración, por así decirlo, de una epistemología de la complejidad es un asunto importante y un auténtico reto para quienes trabajan en o con sistemas complejos. Pero eso no quiere decir ni que la única y manifiestamente ni que la mejor versión de esa

cuestión que abordo aquí exploratoriamente como formulación o identificación misma de un problema, a saber: el estudio de los sistemas complejos no-lineales, ¿es el mismo o no y por qué al de los sistemas simples? ¿Qué significa para el orden, el proceso y el estatuto del conocimiento ocuparse con fenómenos que son esencialmente variables, impredecibles, irrepetibles e irreversibles? Pero a su vez, ¿qué tipos de relaciones cabe identificar entre esta clase de sistemas adaptativos y el conocimiento de ellos?

Con este texto me propongo defender una tesis. A mi modo de ver, el proceso del conocimiento sucede correspondientemente a la dinámica de los sistemas no lineales, de una manera compleja, y la complejidad ha de ser entendida aquí como un crecimiento en múltiples direcciones en las que no existe un vector central, sino, por el contrario, es posible identificarle o adscribirle varios, distintos, vectores. Todo dependerá del interés del momento o de la intención perseguida, o acaso también de la habilidad para saltar de uno a otro vector, según la flexibilidad del o de los investigadores.

Es claro que no existe una única definición de los sistemas complejos, y éste constituye, en realidad, de entrada, su principal rasgo distintivo. En efecto, mientras que todos los sistemas simples son igualmente simples, cada sistema complejo posee su propia complejidad. Esto significa que, como es sabido, existen numerosas definiciones de complejidad (Binder, 2001; Rescher 1998), y el tema de la determinación de los grados o modos de complejidad constituye uno de los temas de interés más importantes, y que se concentra, notablemente en torno a los trabajos de Kolmogorov y el diálogo crítico de G. Chaitin a partir del desarrollo de la Teoría de la Información Algorítmica (AIT) por parte de este último, y como medida de la complejidad<sup>6</sup>. El contrapunteo entre ambas concepciones es uno de los más productivos y aún producirá muchas páginas valiosas de reflexión y discusión.

---

epistemología se reduzca a los postulados morinianos. Ello, no obstante la popularidad reciente de esta línea de trabajo de Morin en Colombia, particularmente entre los educadores, popularidad motivada por determinados intereses políticos.

<sup>6</sup> Para una observación crítica de parte de Chaitin hacia Komogorov, y por tanto también Solomonoff, véase en particular, la historia que traza Chaitin de la AIT, en “Information & Randomness: A Survey of Algorithmic Information Theory”, en: *The Unknowable*, Springer Verlag, 1999, págs. 83-100. Quisiera destacar aquí una idea central en Chaitin y que enlaza con la segunda parte de mi propio texto aquí: “**The best way to understand something is to program it out** and see if it works on the computer” (Subrayado de Chaitin).

Mi tesis coincide parcialmente con una parte de los planteamientos de D. Deutsch (1999), pero también difiere en aspectos importantes de la visión presentada por Deutsch<sup>7</sup>. De los aspectos en los que difiero, o que simplemente no quiero entrar a debatir en este texto, con Deutsch, el más importante en este contexto es el de la postura metafísica de Deutsch según la cual el universo que vivimos es tan sólo un caso de los multiversos reales y posibles y que se destacan en el transcurso de la teoría cuántica. Ese es justamente su interés principal, a saber, establecer la estructura misma de la realidad. Mi propósito, en cambio, es menos metafísico en cuanto que quisiera sostener el punto de vista según el cual el conocimiento de los sistemas complejos equivale exactamente a la constitución de espacios posibles y de dimensiones posibles que ya muy poco tienen que ver con la esfera de lo real, lo necesario, lo concreto, o como se lo quiera denominar, y que ha marcado la visión tradicional de toda la filosofía y la ciencia tradicionales en Occidente durante veinticinco siglos<sup>8</sup>. No niego que haya algunos nombres, momentos y lugares en los que esa visión central de Occidente no pueda ser contestada, pero mi interés aquí no es historiográfico.

Desde el punto de vista de la medida o determinación de la complejidad de un sistema o proceso, el conocimiento está marcado por tres rasgos, estrechamente entrelazados entre sí: la incompletud (Gödel), la incomputabilidad (Turing) y la aleatoriedad (Chaitin). Es a partir de estos rasgos que debe comenzar el estudio y la comprensión del problema mismo del conocimiento. O también, dicho inversamente, el problema del conocimiento no simplemente consiste en estos tres rasgos -aleatoriedad, incomputabilidad e incompletud-, puesto que afirmar sin más esto sería convertirlos en criterios, características o incluso en principios constitutivos del conocimiento. Por el contrario, el problema consiste en reconocer que las ciencias de la complejidad han llegado hasta el extremo de precisar claramente que la incompletud, la aleatoriedad y la

---

<sup>7</sup> *La estructura de la realidad* de Deutsch aborda, sobre la base de cuatro teorías, la defensa de la tesis según la cual la realidad es autosemejante en varios aspectos, y que sólo puede ser explicada y comprendida a partir de la virtualidad (realidad virtual) y en términos de una teoría totalizadora. Esta teoría totalizadora se articula en cuatro teorías que, para el autor, son: la física cuántica, la epistemología, la teoría de la calculabilidad y la teoría de la evolución. Pero, en rigor, Deutsch no se propone defender esas teorías, sino lo que ellas dicen y la clase de realidad que describen (1999: 147).

<sup>8</sup> Como es reconocido ya suficientemente en la historia de la filosofía, particularmente gracias a Heidegger, la historia de Occidente ha sido tradicionalmente la historia de una metafísica de la presencia en la que se ha (su)puesto siempre, de entrada, la actualidad y/o la realidad del mundo, de la naturaleza, del ser o, más sencillamente, de aquello sobre lo cual se trabaja y se tematiza. Desde este punto de vista, tanto la filosofía como la ciencia han omitido el problema, bastante más sutil, de la ausencia o el ocultamiento, o el retiro de la realidad, una idea que se encuentra ciertamente en Heráclito, pero que fue olvidada u obliterada después debido a la historia que se deriva de Parménides-Platón.

incomputabilidad son los estadios últimos –hasta ahora- hasta donde nos conducen los sistemas complejos no lineales. Aquí comienza, por tanto, el problema del conocimiento. Tanto lo peirástico como lo heurístico del conocimiento encuentran aquí sus plataformas de lanzamiento.

## 2-. Del conocimiento real al conocimiento posible

El estudio de la complejidad equivale a establecer dos cosas diferentes, pero contemporáneas y paralelas entre sí:

- a) Se trata de determinar la complejidad de un sistema complejo siempre *relativamente a otro u otros sistemas complejos*; y, en estrecha relación con éste,
- b) El estudio de la complejidad es, en realidad, la determinación de la *complejidad máxima de un sistema*.

El rasgo común a ambos planos es el rechazo a procedimientos meramente descriptivos, fenomenológicos acaso.

En efecto, tradicionalmente se sostuvo que un procedimiento necesario para hacer ciencia y/o filosofía, consistía en la capacidad para describir los fenómenos, ya fuera en la presentación de sus manifestaciones diversas, o bien atendiendo a la subjetividad, como al lugar en el que los fenómenos son dados. El problema con la aceptación sin más de los procedimientos descriptivos-fenomenológicos consiste en que con ellos o bien se introduce un dualismo metodológico y/o lógico puesto que es el sujeto quien lleva a cabo las descripciones, situándose así, implícita o abiertamente por fuera a, y como distinto de, el objeto descrito; o bien, en un segundo caso, se cae en el subjetivismo extremo que hace imposible hablar objetiva, realmente del objeto, esto es, haciendo uso de lo que J. Searle denomina “ontología de tercera persona”. Mi objetivo aquí no es rebatir los principios y métodos fenomenológicos, sino, sencillamente, señalar su insuficiencia a la hora de estudiar y comprender los sistemas complejos.

La complejidad de un sistema determinado se conoce como la dinámica del sistema, y ésta consiste en los cambios que presenta un sistema determinado, cambios mediante los



cuales, sin embargo, el sistema sigue siendo el mismo. El título físico en el que se condensan estos cambios es el de transiciones de fase, y éstas son dinámicas colectivas que tienen lugar al interior del sistema en consideración, o bien que son propios del sistema mismo. Existen diversas explicaciones acerca de las transiciones de fase, pero las más conocidas son las de la física misma, que emplea el concepto mencionado, o el de las matemáticas, que habla, indistintamente, de simetría y rompimiento de simetría – puesto que no son dos fenómenos distintos (Stewart, I. y Golubitsky: 1995)-. K. Mainzer ha destacado que el concepto de transición de fase puede también ser leído con otras traducciones a otras disciplinas científicas (1994: 12). Sin caer en el fisicalismo, quisiera sin embargo mantenerme en el lenguaje técnico empleado por los físicos por una razón, y es la distinción de niveles que permite una aproximación clara al problema mismo del conocimiento de los sistemas complejos. La transición de fase es el concepto empleado para establecer la dinámica de un sistema.

Los físicos distinguen dos tipos de transiciones de fase. En un caso, hablan de transiciones de fase de primer orden, y se trata de los saltos en las propiedades de un objeto o fenómeno o sistema, y que consiste en que este sistema presenta al mismo tiempo dos fases claramente distintas. Así, por ejemplo, cuando hablamos del proceso mediante el cual el hielo se derrite en un medio para formar agua, o el agua hirviendo que se convierte en vapor. Las transiciones de primer orden atañen en realidad a los saltos de temperatura, y aquí la termodinámica tiene un espacio amplio de trabajo propio. Por esta razón los recursos a conceptos y problemas propios de la termodinámica son los más comunes entre quienes se dedican al estudio de los sistemas complejos. Sin embargo, al mismo tiempo, en un segundo caso, se habla también de transiciones de fase de segundo orden, y que suceden en la línea final de las transiciones de fase de primer orden, en las cuales los cambios suceden continuamente y de forma no analítica dando lugar a nuevos fenómenos. Mientras que las transiciones de fase de primer orden suceden en un punto bien determinado, las de segundo orden implican la irreversibilidad de los procesos y cambios de los comportamientos de un sistema dado.

En otras palabras, las transiciones de fase de segundo orden exhiben correlaciones entre diferentes lugares y tiempos en cada escala de longitud y en cada escala de tiempo. Hay que advertir que el rasgo verdaderamente determinante está en el plural: correlaciones,

lugares, tiempos. La noción misma de pluralidad de correlaciones, de lugares y tiempos introduce la idea de inestabilidad, o lo que es equivalente, de dinámica.

Por esta razón, la termodinámica y la mecánica estadística aparecen como herramientas necesarias para describir el mundo de los sistemas complejos, que es, en rigor, el mundo real. En efecto, hablar de flujos de energía y cambios de temperatura no es, en realidad, sino la forma condensada de hacer referencia al hecho de que los sistemas complejos son abiertos a, y dependientes de, otro u otros sistemas, adyacentes o no<sup>9</sup>. Por esta razón el estudio de la complejidad implica el estudio de interdependencias, relaciones y sensibilidades - justamente, con otro u otros sistemas; pero el estudio de la complejidad implica al mismo tiempo la consideración de la complejidad máxima del sistema mismo, puesto que en ese punto de máxima complejidad asistimos a cambios o saltos cualitativos en los comportamientos del sistema. Para decirlo en lenguaje clásico: en ese punto, el sistema deja de ser lo que era para devenir otra cosa. Sólo que este lenguaje es engañoso y artificial al mismo tiempo y permite introducir la idea errónea de que existen dos cosas: los estados de los fenómenos, y los cambios de los mismos, cuando en realidad no hay sino una sola y misma cosa. Ya tendré la ocasión de explicarme mejor.

Los sistemas no *son* en función de órdenes estructurales, materiales u ontológicos determinados o que se prefieran. Por el contrario, el mérito grande del estudio de los sistemas complejos consiste en poner de manifiesto que los sistemas son exactamente los *comportamientos* que exhiben, y que son sus comportamientos los que determinan o bien su forma o representación, o bien la lógica de la explicación misma del sistema.

Ahora bien, los comportamientos de los elementos del sistema pueden ser comprendidos como los fenómenos microscópicos, o más sencillamente, los fenómenos de escala micro. Lo verdaderamente relevante consiste en el hecho de que las numerosas interacciones entre los componentes del sistema producen un comportamiento en el orden macro, o también dan lugar a la emergencia de propiedades macroscópicas. Estas propiedades, como se aprecia bien, son el resultado de los parámetros microscópicos, lo

---

<sup>9</sup> Cf. Maldonado, C.E. "Posibles adyacentes, espacios de fase y sistemas complejos", ponencia presentada en el II Congreso Nacional de Filosofía de la Ciencia", Bogotá, Agosto 4-6, 2001. Esta ponencia será publicada.

cual permite entender mejor las transiciones de fase de segundo orden. Pues bien, es precisamente en este orden de ideas que surge la pregunta acerca de la complejidad máxima de un sistema. Más puntualmente, se trata de establecer los límites máximos de o para la complejidad. Es en este punto en el que el estudio de los sistemas complejos se enfrenta con otro problema, fundamental para el conocimiento mismo de la complejidad. Me refiero al tema de las escalas (*scaling*).

Los comportamientos complejos de los sistemas están establecidos en correspondencia con una determinada escala de longitud y con una escala dada de tiempo. Así, dadas una escala particular de longitud y de tiempo nos preguntamos por la complejidad máxima *en esa escala*. De acuerdo con Bar-Yam, “la más alta complejidad de un organismo resulta de la retención de la mayor significancia de detalles” (Bar-Yam, 1997: 745-6). El contraste con los sistemas termodinámicos no puede ser mayor, puesto que en estos últimos los grados de libertad se promedian en una escala de tiempo y de longitud muy rápida. El estudio de la complejidad consiste, por tanto, en el estudio de los grados y modos de libertad de un sistema, que es una de las definiciones más clásicas y generalizadas de la complejidad.

Pues bien, estudiar los sistemas complejos no es otra cosa que vérselas con procesos, comportamientos, fenómenos y procesos esencialmente variables, frente a los cuales, evitando cualquier tipo de relativismo, establecemos grados y modos de complejidad. Este es, manifiestamente, el rasgo más distintivo de la complejidad en general, en contraste con los sistemas simples. Todos los sistemas simples son igualmente simples, en tanto que cada sistema complejo no solamente posee su propia complejidad, sino, además, su grado o su escala de complejidad no es estable sino sólo provisoriamente. Exactamente en este sentido el estudio de la complejidad no es nada parecido al estudio de la realidad, en cualquier acepción que se quiera de la palabra y que era específico de las ciencias clásicas y de la filosofía moderna, sino, mejor aún, es en verdad el estudio de los posibles del sistema en cuestión. El conocimiento real es arbitrario y contingente, en tanto que el conocimiento posible se aparece como vinculado exactamente a la libertad del sistema y como más vasto y rico. Pero, ¿cómo alcanzamos este conocimiento posible, o de qué índole de posibilidad exactamente estamos hablando? Es aquí cuando se introduce un motivo en la reflexión: me refiero al papel destacado de la simulación para el estudio de los sistemas complejos.

### 3-. El papel destacado del computador

H. Pagels ha sido uno de los primeros en poner de manifiesto, de manera sistemática, el papel central que juega el computador en las ciencias de la complejidad, y no quisiera repetir aquí lo que Pagels expone con claridad y síntesis bastante bien conocidas. El papel cardinal del computador puede ser destacado desde por lo menos dos perspectivas centrales, a saber: de una parte, desde la filosofía de la tecnología y las relaciones con los desarrollos científicos, la configuración de verdaderos programas de investigación, el más sensible de los cuales es, a mi modo de ver, la vida artificial, y en general en las extensiones culturales y los aportes que hace el computador a la heurística de múltiples campos al mismo tiempo científicos y filosóficos. Suficiente y abundante bibliografía existe en este sentido. De otra parte, sin embargo, y acaso desde una perspectiva más crítica y algo negativa, desde el punto de vista del problema del conocimiento, se trata de reconocer que el cerebro es físicamente limitado para ver, comprender, y explicar, la dinámica no-lineal de los fenómenos y procesos que tanto tienen lugar en el mundo y el universo, como de los que pueden tener lugar, e incluso de los que no podrían llegar a cumplirse, razón por la cual, *faute de mieux* por así decirlo, el computador se erige como una herramienta conceptual que supera ampliamente las limitaciones fisiológicas, termodinámicas, químicas y otras del cerebro humano y para el conocimiento.

En otro orden de ideas, M. Kaku, ha puesto de manifiesto (1996) que el cerebro humano tan sólo es tridimensional, y ello debido a las ventajas selectivas que en la historia anterior de la evolución significó desarrollar un cerebro tridimensional. El computador nos permite anticiparnos, en contraste, a dimensiones mayores que tres dimensiones, y visualizar dimensiones superiores que, sin embargo, no parecen tener por lo pronto ninguna ventaja ni función selectiva. Por lo menos no desde el punto de vista cultural., y ciertamente no a escala de los individuos.

Como quiera que sea, el computador viene a constituir un orden propio en el orden del conocimiento. En efecto, las ciencias en general ya no son simplemente teóricas o experimentales, básicas o aplicadas. Además, el computador, en cuanto herramienta conceptual, establece un tercer tipo de conocimiento, o también, un tercer tipo de división o clasificación de las ciencias, a saber: las ciencias computacionales, expresión

que se refiere sencillamente no a aquellas que *hacen uso* del computador –*hardware* y *software*–, sino, mejor aún, a aquellas ciencias cuyo trabajo *se funda* prioritariamente en el computador<sup>10</sup>. Esta clase de ciencias son, notoriamente, las ciencias de la complejidad.

El estudio de los sistemas complejos no lineales consiste en el conocimiento de redes paralelas y no ya de sistemas seriados o jerárquicos. Desde luego que el descubrimiento de las redes paralelas no es un invento arbitrario por parte de teóricos, científicos y filósofos de la complejidad, pues ya la biología y la ecología se adelantan a otras ciencias en el énfasis que ponen en nociones, enfoques y conceptos nodales o relacionales. Los sistemas complejos ponen de manifiesta una cierta deuda, altamente sensible, hacia la nueva biología y la ecología (dejando de lado aquí, por bizantinas, las discusiones que numerosos biólogos le dirigen a la ecología, pretendiendo todavía que ésta se inscriba dentro de, o se supedite a, aquella).

El computador transforma nuestra relación clásica con la realidad, no solamente en el sentido de que abandonamos las referencias a lo real como a, o también sobre la base de, representaciones, sino, asimismo, nos permite superar la visión clásica que le adscribe preeminencia al observador sobre el objeto observado. La realidad es simulada, y la simulación es sencillamente la creación de *otra* realidad a fin de aproximarnos e incidir sobre *ésta*. La mejor manera de apropiarnos y conocer a la realidad sin más o a la “realidad. punto”, es mediante un nuevo y distinto acercamiento, a saber, a través de los lenguajes y procedimientos mediante los cuales simulamos realidades – virtuales, justamente. Esto es, por ejemplo, creamos espacios sin distancias, tiempos entrecruzados, comportamientos posibles que jamás podrían tener lugar en el mundo empírico, en fin, observamos procesos, lógicas y agentes autónomos que ni necesitan de la mano de un demonio del estilo, por ejemplo, de Descartes, Laplace, o Maxwell, ni de

---

<sup>10</sup> Una observación marginal pero importante se impone aquí. El empleo del computador se refiere específicamente a los méritos que tiene en cuanto simulador de realidades, y sin embargo, debe tenerse igualmente en cuenta que el computador no es la única vía para llevar a cabo simulaciones, y que, originariamente, hablamos de las simulaciones como de experimentos mentales. En verdad, los experimentos mentales (*Gedankenexperiment*), son el motor mismo del conocimiento científico y filosófico, cuando se trata específicamente de la *producción de conocimiento*, y no sencillamente de la validación del conocimiento. Los experimentos mentales son la obra misma de la fantasía, de la imaginación creadora y no simplemente reproductora o asociativa. Pero este es un tema que muy poco se ha tenido en cuenta en la historia y la filosofía de la ciencia, y que tan solo, muy recientemente, se comienza a poner en primer plano, a la luz del día.

observadores ulteriormente interesados en sí mismos, como lo somos nosotros, por ejemplo.

Por motivaciones de diverso orden, tanto podemos estar interesados con los horizontes del mundo y de los procesos actuales, como que debemos estar comprometidos con las posibilidades -paralelas, alternas, complementarias, excluyentes o subsecuentes-, de la realidad. La hipótesis que aparece claramente en este contexto es que el computador se yergue como la herramienta conceptual idónea para aquel interés o para este compromiso.

(Entre paréntesis, debo observar aquí que es una cuestión completamente distinta, aunque no realmente ajena, la de los desarrollos y las extensiones culturales de los computadores, tomando estas extensiones culturales en el más amplio sentido. Este es un trabajo en el que se cruzan múltiples disciplinas científicas y del que brotan posturas antagónicas de distinto tipo. Me refiero, notablemente, a los tipos de relaciones que cabe anticipar en el futuro inmediato y a largo plazo entre inteligencia natural e inteligencia artificial, así como, en un nivel más avanzado, entre vida natural y vida artificial. Prefiero pasar por alto aquí acerca de estas disputas y posiciones, para concentrarme en un punto, a saber: el computador ha significado indudablemente una transformación en la percepción misma del mundo, transformación que, sin embargo, no tiene la misma envergadura ni la misma cobertura social en todas partes. En cualquier caso, en una escala macro, el papel del computador significa sencillamente la emergencia de un macroorganismo planetario en evolución actualmente y que incluye a los seres humanos, a las máquinas, las redes y las sociedades. J. de Rosnay denomina a este macroorganismo *cybiont*).

#### 4-. El conocimiento como elaboración de posibles

La dinámica misma de los sistemas complejos introduce de dos maneras el tema, delicado, de la posibilidad: de un lado, en cuanto exigencia por comprender los posibles adyacentes, los espacios de fase y las transiciones de fase de un fenómeno o de un sistema determinado. Desde este punto de vista, lo posible aparece como una exigencia epistemológica, lógica o metodológica de parte del científico, filósofo o teórico que se ocupa con sistemas no lineales. De otra parte, y a mi modo de ver mucho más

importante, al mismo tiempo, la posibilidad es la historia misma de los sistemas complejos, esto es, la dinámica misma de sistemas altamente sensibles, variables, inestables y caóticos.

Esto no significa, sin embargo, que el tema de la posibilidad sea, sin más, el mérito de, o la construcción a, la teoría o las ciencias de la complejidad. Antes que la emergencia de esta clase de ciencias la lógica modal ya había explorado la dimensión de lo posible constituyéndose así en una alternativa frente al universo de los hechos y los datos, universo esencialmente cerrado, ciego y empecinado, como lo sabemos todos. D. Lewis, particularmente, nos enseñó, trabajando desde la lógica modal y con los condicionales contrafácticos, el trabajo con mundos posibles.

Frente al universo de los hechos y datos cabe recordar a Kant: de la experiencia no se extrae sino experiencia, lo cual quiere decir que el sentido verdaderamente filosófico de la reflexión consiste o bien en anticiparle horizontes a la experiencia, o en extraer de ella posibilidades y proyectarlas imaginativa o creativamente. Esta era, para Kant, la significación misma de la filosofía, y que entonces para él adopta el título de reflexión *trascendental* – esto es, acerca de las condiciones de posibilidad de la experiencia, y que no es distinta a las condiciones de posibilidad misma de los objetos de la experiencia (*Crítica de la razón pura* A158/B197).

Ya sea desde la física y el estudio de fenómenos tales como los solitones, las funciones de onda, y los sistemas caóticos, o bien, igualmente, desde la simulación de problemas altísimamente más complicados como es el caso de los fenómenos meteorológicos, biológicos, sociales, económicos, políticos, o ecológicos, por ejemplo, lo cierto es que el rasgo más fuerte de los sistemas complejos se revela como el de su impredecibilidad. Este rasgo altera magníficamente el estatuto mismo de la ciencia y de la racionalidad humana en general.

En efecto, ya hoy ni es necesario ni es de hecho enteramente deseable que la ciencia en general –episteme- lleve a cabo predicciones, para ser considerada como efectivamente lógica, sólida y eficiente. La ciencia ha aprendido, desde diversas fuentes, el problema y el significado mismo de la impredecibilidad. Este aprendizaje, en lugar de desvirtuar a

la ciencia en general, le ha revelado un nuevo talante ético y político intrínseco a la investigación científica misma.

Sin embargo, existe una esfera en la que los temas y problemas de la impredecibilidad se hacen más delicados y difíciles. Se trata del estudio de los sistemas complejos humanos: los comportamientos sociales, económicos, políticos, familiares y otros. Si bien en muchos aspectos la civilización humana aparece como un sistema complejo, existen, de acuerdo con Bar-Yam (1997: 793), dos planos o dos razones por las que la civilización humana no parece ser un sistema complejo, a saber:

- a) La civilización humana no interactúa con otros sistemas complejos de la misma especie; y
- b) Las respuestas de la civilización humana al medio ambiente no son manifiestamente complejas.

Sin lugar a dudas, es en este doble aspecto en el que emergen los más difíciles retos, desde el punto de vista del conocimiento y la teoría del conocimiento – en este caso, de ese sistema, parcialmente complejo, que es el ser humano tomado colectivamente. Si es cierto que la sociedad del futuro –que ya ha comenzado y se encuentra entre nosotros– será una sociedad del conocimiento, a mi modo de ver, es aquí, justamente donde se encuentra la más alta de las tareas para la lógica, la metodología, y la epistemología, en fin, para el conocimiento en general. La respuesta al doble problema anotado por Bar-Yam es el objeto de una lógica colectiva en donde confluyen diversas disciplinas y lenguajes, por ejemplo; y particularmente, desde la filosofía de la ciencia, se trata de elementos tales como la lógica de los condicionales contrafácticos, la teoría de la acción colectiva, los temas y problemas relativos a las relaciones entre individualismo ontológico, individualismo metodológico y enfoques holistas, las bases de la teoría del caos y la teoría de los sistemas complejos no lineales.

La interacción con otro u otros sistemas igualmente complejos a nosotros o más complejos que nosotros, y la posibilidad de adoptar respuestas complejas al medio ambiente son auténticos problemas de conocimiento, y con ellos, verdaderos retos para la vida misma, esto es, para la vida humana tanto como para toda otra forma de vida, para la vida conocida tanto como para otras formas de vida por conocer. El



conocimiento no es ya un asunto eminente o absolutamente antropológico o antropocéntrico, que es lo que había sido tradicionalmente. Y correspondientemente, los alcances, los límites, las extensiones y las posibilidades del conocimiento no incumben únicamente a los seres humanos y a lo humano, punto.

El concepto de medio ambiente es esencialmente abierto, de suerte que, y esta es mi hipótesis más fuerte, el trabajo con el medio ambiente nos permita relacionarnos con la posibilidad de otros sistemas igualmente complejos como nosotros o más complejos que nosotros. Sólo que el sentido de esta posibilidad no es simplemente lógico, sino, se encuentra fuertemente conectada con el concepto mismo de medio ambiente.

No existe un conocimiento *de* un objeto, cualquiera que sea, o si se habla de conocimiento en ese caso es una licencia del lenguaje (pereza, acaso) o una deformación del acto de conocer. El estudio de los sistemas complejos no lineales nos enseña que el conocimiento de esta clase de sistemas ni tiene techo ni tampoco piso, y que son éstos quienes determinan la simplicidad o la complejidad del propio conocimiento.

El epígrafe de Pagels con el que inicio este trabajo, ¿tiene un carácter ético o político, o es una observación lógica o epistemológica? Ni una cosa ni la otra, o ambas cosas a la vez. Existen determinados criterios, algunos problemas, unas cuantas observaciones, y ciertos principios que, en algunos casos, tienen un carácter al mismo tiempo práctico y teórico, pero que ni se originan ni se agotan, y no se fundan tampoco, en un carácter o en el otro. Notoriamente, tal es el caso con el problema del conocimiento y el estudio de los sistemas complejos.

No es posible un estudio del conocimiento a la manera de la epistemología clásica, y ciertamente no cuando el conocimiento se relaciona con, se ocupa de, y está dirigido a, sistemas complejos. No es posible un conocimiento igualmente simple o igualmente complejo con independencia del objeto de que se ocupa. La complejidad del conocimiento *depende* exactamente *de* la dinámica del sistema con el que se ocupa. Pero lo propio del estudio de los sistemas complejos consiste en poner permanentemente de manifiesto que nos la vemos con sorpresas, que son sistemas esencialmente abiertos e indeterminados, que la incertidumbre es un rasgo central y no accesorio y que lo que el sujeto determine o quiera decidir no afecta en absoluto la

libertad, la espontaneidad y la emergencia misma de los procesos de esta clase de sistemas. La epistemología de la complejidad no trabaja ya con leyes ni reglas, y el recurso a conceptos como patrones o pautas (*patterns*) apunta en realidad a la constitución y reconstitución continua de lógicas diversas y que sólo permanecen en dependencia de los microestados y las interacciones del sistema.

Con todo, el problema fundamental para la filosofía del conocimiento cuando se ocupa de la complejidad permanece, a saber: ¿es posible hablar de patrones comunes universales para los diversos sistemas complejos, mejor, para un universo crecientemente complejo? La adecuada formulación y la eventual respuesta a esta pregunta producirán una transformación en el propio estatuto del acto de conocer, esto es, en la propia comprensión del conocer por parte de sí mismo. Me parece que desde ya se avisan algunos aires de ese nuevo acto de conocer.

### Bibliografía

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

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

Binder, P., (2001), “Cuatro versiones de la complejidad”, en: Maldonado, C.E., (2001), págs. 43-52

Casti, J., (1989). *Paradims Lost. Tackling the Unanswered Mysteries of Modern Science*. New York: Avon Books

-----, (1994). *Complexification. Explaining a Paradoxical World Through the Science of Surprise*. New York: Harper Collins

de Rosnay, J., (2000). *The Symbiotic Man. A New Understanding of the Organization of Life and a Vision of the Future*. McGraw Hill

Deutsch, D., (1999). *La estructura de la realidad*. Barcelona: Anagrama. (Original en inglés: 1997)

Kaku, M., (1996). *Hiperespacio*. Barcelona: Crítica. (Original en inglés: 1994)

Loux, M. J., (ed.), *The Possible and The Actual. Readings in the Metaphysics of Modality*. Ithaca and London: Cornell University Press

Maldonado, C.E., (ed.), (2001). *Visiones sobre la complejidad*. Bogotá: Ed. Universidad El Bosque (2ª Edición)

Mainzer, K., (1994). *Thinking in Complexity. The Complex Dynamics of Matter, Mind, and Mankind*. Berlin: Springer Verlag

Nicolis, G., Prigogine, I., (1994). *La estructura de lo complejo. En el camino hacia una nueva comprensión de las ciencias*. Madrid: Alianza Editorial. (Original en alemán: 1987)

Niño, V., (2001), “Reduccionismo, complejidad y simetría”, en: Maldonado, C.E., (2001), págs. 29-42

Pagels, H. R., (1991). *Los sueños de la razón. El ordenador y los nuevos horizontes de las ciencias de la complejidad*. Barcelona: Gedisa. (Original en inglés: 1988)

Rescher, N., (1998). *Complexity. A Philosophical Overview*. New Brunswick(USA)/London (UK): Transaction Publishers

Stewart, I., y Golubitsky M., (1995). *¿Es Dios un geómetra?* Barcelona: Crítica. (Original en inglés: 1992)