



## **Complejidad restringida y Complejidad generalizada o las complejidades de la Complejidad<sup>1</sup>**

### **Restricted Complexity and Generalized Complexity or the Complexities of Complexity**

**Edgar MORIN**

*Cátedra Edgar Morin, UNESCO, Paris, Francia.*

#### **RESUMEN**

Partiendo de la aseveración acerca de que la noción de Complejidad no se halla en la Filosofía reconocida como tal, aunque sí en todos los pensadores que han desarrollado una visión compleja del mundo, se avanza hacia la caracterización del por qué la Ciencia clásica la ha rechazado desde el siglo XVII hasta el XX, siglo en que esa clase de Ciencia entra en crisis ante los desarrollos que han puesto a la Complejidad en evidencia; no solamente en los sistemas muy complicados y por ello “complejos” (lo que es denominado como ‘Complejidad restringida’), sino en los sistemas de cualquier tipo (la ‘Complejidad generalizada’). Comprensión ésta de la Complejidad fiel a su etimología que data de ‘complexus’ como ‘lo tejido en común’ y que avanza hacia una nueva visión paradigmática de-la-conjunción, que trasciende el paradigma disyuntivo-analítico de la Ciencia moderna. Nueva visión en la que las nociones de ‘siste-

#### **ABSTRACT**

Starting from the assertion about the notion of Complexity as not being present in Philosophy recognized as such, although present in all thinkers that have developed a complex vision of the world, a characterization is put forward about why classical Science has rejected Complexity from the XVIIth to the XXth century, when this type of Science has reached a crisis because of the developments that have shown the evidence of Complexity; not only in quite complicated systems, therefore called as “complex” (which is termed as ‘restricted Complexity’), but in systems of any sort (‘generalized Complexity’). An understanding of Complexity that is loyal to its etymology that dates back to ‘complexus’ as what ‘is knitted-in-common’ and one that goes forward towards a new paradigmatic vision about-conjunction, that transcends the disjunctive-analytical paradigm of modern Science. A new vision in which the notions of ‘system’,

1 Conferencia inaugural pronunciada por Edgar Morin en el III Seminario Bienal Internacional-Complejidad, del 9 al 12 de enero de 2006. Transcripción del audio por Marcelo Chacón Reyes de la Cátedra de Complejidad de la Universidad de Camagüey, Cuba. Edición final de Pedro L. Sotolongo C, Director de la Cátedra para el Estudio del Pensamiento de la Complejidad del Instituto de Filosofía de La Habana. Cuba.

ma', 'emergencia' y 'caos' adquieren nuevos sentidos y valor heurístico y que debería conducirnos hacia una nueva enseñanza que vuelva a reunir las nociones que han quedado desintegradas y hacia una ética de la comprensión.

**Palabras clave:** Caos, Complejidad restringida, Complejidad generalizada, emergencia.

'emergence' and 'chaos' acquire new meanings and heuristic value; and that ought to lead us to a new education that reunites again notions that have been desintegrated and to an ethics or understanding.

**Key words:** Chaos, emergence, generalized Complexity, restricted Complexity.

Amigos y amigas. Primero me perdonan por mi español tan feo, en el país de Alejandro Carpentier y la lengua de Cervantes, pero es mejor para mí hablar en su lengua, que pasar por la mediación de una traducción.

Aquí estamos como los arroyos que van formando un río grande, que esperamos que alcance la potencia del río Amazonas.

El título de mi charla podría ser *Complejidad restringida y Complejidad generalizada o Las complejidades de la Complejidad*.

En primer lugar se debe notar, que en sí misma, la noción de Complejidad no se encuentra en la filosofía, ni en la tradición filosófica; pero se encuentra al contrario, en todos los grandes pensadores de la filosofía que elaboraron una complejidad para la visión del mundo.

Si tomamos a Heráclito, el viejo pensador de la antigüedad griega, su pensamiento es el de enfrentar las contradicciones y no huir de las contradicciones. Si tomamos a Aristóteles, veremos que la originalidad de Aristóteles es la de unir los saberes que se encuentran dispersos, en los diversos campos del conocimiento, de la filosofía, de la ciencia. Si tomamos a Platón, vemos que Platón hace una distinción entre el mundo de los fenómenos, pero de un mundo que está detrás, de un mundo de otro tipo. Se puede continuar con Espinoza, que eliminó a un Dios creador fuera de la naturaleza del mundo para poner la creatividad en el corazón mismo de la naturaleza.

No voy a continuar enumerando a los antiguos pensadores, pues necesitaría otra charla, otra conferencia.

La noción de Complejidad no se encuentra tampoco en la tradición científica. Al contrario, se puede decir, que la ciencia clásica, la ciencia que se desarrolla a partir del siglo XVII hasta el siglo XX, y que empieza su crisis en el siglo XX, rechaza la Complejidad. Porque para la ciencia clásica la confusión es algo muy superficial y cuando busca la verdad científica la encuentra en nociones y categorías muy sencillas, muy claras, muy evidentes.

Por esta razón, se puede decir que los principios fundamentales de la ciencia clásica son:

1. *Principio de un determinismo absoluto y generalizado*, lo que ilustró Laplace, el físico francés de principios del siglo XIX, cuando ante el emperador Napoleón, para hacer entender su visión del universo, dijo que un demonio con poderes intelectuales potentísimos podría no únicamente conocer todos los acontecimientos del pasado, sino también prever todos los acontecimientos del futuro.

2. El principio del determinismo, es un *principio también de reducción del conocimiento* para conocer a los sistemas complicados. Según éste, se deben buscar los elementos primarios, y cuando se ya se conocen estos elementos, basta con conocer todas las construcciones que se hacen en el mundo a partir de ellos.

3. *Principio de la disyunción*. Disyunción significa poder de análisis y de separación. A partir de éste se inicia el desarrollo de las disciplinas, que fue debidamente muy fecundo.

El principio de reducción, por ejemplo, permitió determinar los elementos primarios del mundo físico: moléculas, átomos. Utilizando el mismo principio en el mundo de la vida, se determinó que los elementos primarios son las células, y después las moléculas del DNA, RNA y las proteínas.

El principio de reducción llegó a una incapacidad cuando se desarrolló la microfísica; porque se determinó que la partícula no es únicamente algo que se exprese en dos rasgos antagonistas: corpúsculo y onda; sino que también es muy difícil de precisar su naturaleza.

De todos modos, se puede decir, que estos principios fueron en el pasado muy interesantes, para el aumento del conocimiento, pero hoy día son un obstáculo para el progreso del conocimiento.

¿Por qué ha sido la excepción la noción de Complejidad? Porque cuando se habla de complejidad en la vida cotidiana “es muy complejo”, significa que yo no puedo dar una descripción muy clara, muy precisa, que estoy confuso, en estado mental de confusión. Es decir, que cuando llega la noción de Complejidad, no es por una victoria del conocimiento, es por una incapacidad del conocimiento. Por esta razón, toda confusión, incertidumbre es rechazada. Porque el determinismo trae la certidumbre, porque el conocimiento analítico trae conceptos muy claros y muy sencillos, y se puede decir que la Complejidad es únicamente una apariencia superficial, porque detrás de esa apariencia superficial están las leyes, las grandes leyes que elaboró Newton, que elaboró Maxwell, que son las leyes fundamentales, que son la verdad, y en estas leyes se encuentra la verdad de toda la Naturaleza.

Como las disciplinas cortan el tejido común que une todas las cosas; en la visión disciplinar de esta ciencia clásica existe una invisibilidad del tejido común, es decir, la invisibilidad de la Complejidad. La Complejidad está desintegrada si se queda en el mundo cortado de las disciplinas separadas.

¿Qué significa la palabra Complejidad en su origen? *Complexus* es tejido común, es como restituir, es como re-encontrar el tejido común.

¿Cómo llegó la palabra Complejidad a la conciencia?

Una primera irrupción *de facto no de jure*; no la palabra, fue el hecho, fue la irrupción de la termodinámica al siglo XIX, con dos cosas, un elemento irreductible que es el desorden, es como se puede reducir el comportamiento de cada molécula, de cada átomo; en un proceso termodinámico, únicamente se puede hacer con el determinismo estadístico en el caso de los sistemas cerrados. La irrupción del desorden y también del tiempo, de la irreversibilidad del tiempo, significaron una brecha en el mundo clásico.

La segunda irrupción de la Complejidad, de la palabra, se hizo en el mundo de un sector muy aislado de matemáticos e ingenieros, aislado de las ciencias humanas, aislado también de las ciencias naturales; como Norbert Wiener, Von Neumann, von Foerster, y otros. Fue Ashby quien dio una definición. ¿Qué significa Complejidad, según Ashby? Es un modo de medir el grado de diversidad que se encuentra en un sistema. Esta es una idea bas-

tante interesante, porque dice que un sistema es una unidad, pero en esa unidad hay una diversidad. Es la unión de las dos nociones: de unidad y diversidad. Y para mí, la Complejidad de la palabra definida por Ashby es no principalmente la de indicar que complejo es la diversidad; sino es unir las dos nociones que son antagonistas: unidad y multiplicidad o diversidad.

Otro hecho hacia la irrupción de una brecha en los sistemas dogmáticos de la ciencia clásica, se produce en el campo de la vida, cuando Darwin introduce las variaciones al azar, como uno de los elementos que permite el porvenir, la evolución con la selección natural.

Fue con la irrupción a principios del siglo XX de la microfísica, de la física cuántica, que llegó la necesidad de tratar la incertidumbre, la necesidad de tratar la aparente confusión. Se empezó así una primera revolución científica.

A partir de la segunda mitad del siglo XX comienzan a surgir las nociones de *Catástrofe* de Thom, de *Fractalidad* de Mandelbrot, de *Caos*, de la física del *Caos*. Todas estas nociones comienzan a unirse, a vincularse con la noción de Complejidad. La oficialización de la noción de Complejidad se inicia en el Instituto de Santa Fé, en 1984. Este instituto está dedicado a los sistemas complejos, sistemas donde hay muchas interacciones, retroacciones, variaciones, muy difíciles de entender con la visión clásica. En la actualidad se habla de una “Teoría de los sistemas complejos” o la idea de “Ciencias -ciencias en plural - de la Complejidad”.

Para mí, estas nociones muy útiles de sistemas complejos, de ciencias de la Complejidad, que van al mismo tiempo a tratar de formular modelizaciones, formalizaciones de los procesos complejos, son muy interesantes; pero para mí, esto constituye la Complejidad restringida. ¿Por qué? Porque la idea es que la Complejidad es simple y los sistemas bastante complicados son llamados complejos.

Cada sistema se puede considerar complejo, por su naturaleza y por su organización. ¿Por qué y cómo? Porque a partir de un sistema, por ejemplo físico, que constituye una molécula de agua: dos moléculas de hidrógeno y una de oxígeno; es un compuesto de dos elementos, digamos de la mitad de dos cosas; pero la organización de la molécula trae algunas cualidades, el agua, que no se encuentran en el hidrógeno solo o en el oxígeno sólo. Si puede ser que el hidrógeno solo pierde algunas de sus cualidades, al igual que el oxígeno, pero la molécula de agua es una cosa que es evidente cuando tomamos un sistema llamado vida. Ahora nosotros sabemos que los materiales de la organización de la vida de un organismo, se encuentran totalmente en la naturaleza física-química, y que no hay una sustancia vital. No hay una sustancia vital, pero hay una organización vital, un modo de unir los elementos físico-químicos. Esta organización es más compleja que la organización físico-química, porque tiene no únicamente una agregación y una diversidad de macromoléculas como antes, sino que además, la organización crea nuevas cualidades y propiedades. Esas son las emergencias, las nuevas cualidades de reproducción, de reparación, de conocimiento, digamos, todas las cualidades que yo he llamado auto-eco-organización de la vida. Entonces, si la Complejidad se encuentra en las organizaciones de todos los tipos, ésta no se puede limitar a los sistemas complicados.

Por eso es que hay un valor de la formalización, de la modelización, pero los que se interesan por los sistemas complejos, cuando ellos buscan las leyes de la Complejidad caen en la vieja epistemología, donde se expresa que la verdad de la naturaleza se puede concretar únicamente en la noción de ley. Pero además, nosotros sabemos con la historia del pensamiento que la noción de ley en la ciencia moderna es una noción de origen histórico-so-

cial: son las leyes de la monarquía, las leyes de las sociedades, que han hecho un viaje en el mundo de las ciencias físicas, de ahí viene la idea de ley también; se queda en Descartes, y otros pensadores, y Newton también; es decir, las leyes son una emanación del Dios creador. El pensamiento complejo suele superar la idea de ley.

Pero para mí, la Complejidad restringida no entra en la fundamentación de la problemática, que es una fundamentación epistemológica, y de hecho la Complejidad restringida es una decomplexificación de la Complejidad, y va a quedarse dentro del paradigma, apenas modificado, de la ciencia clásica; por ejemplo existe la palabra emergencia, pero se sigue sin entender, sin expresar la problemática profunda que significa la emergencia.

En la Complejidad, el problema general es de tipo epistemológico, o se puede decir también, de tipo paradigmático. Aquí debo definir la palabra paradigma, porque ésta tiene varias acepciones a partir del trabajo de Thomas Kuhn sobre *Las Revoluciones Científicas*. Yo hice una definición a partir del pensamiento de los antiguos griegos, que es una extensión más allá de la lingüística estructural que retomó el término, que es un principio que permite la selección. Para mí un paradigma son las relaciones lógicas entre algunos contextos fundamentales que son maestros, que son guías de todos los pensamientos y las teorías. Por ejemplo, tomemos la noción de humano y la noción de naturaleza. Hay un paradigma de disyunción, que dice que el humano no tiene nada de natural; por ejemplo la parte biológica del humano es rechazada, y en los departamentos de biología, la parte humana es rechazada, no se considera la cultura, la psicología. Este paradigma de disyunción realiza una separación de la realidad humana. Por otro lado, existe también un paradigma de reducción; el cual plantea que podemos entender todos los rasgos humanos a partir de los rasgos que se encuentran en el mundo animal, sobre todo en el mundo de los chimpancés, de los antropoides o a partir del poder de los genes, que es el poder que permite la organización de un ser humano. La reducción es eliminar lo que no se reduce. Pienso que el paradigma correcto es el paradigma de la conjunción; no únicamente de la conjunción y de la interacción, sino de pensar que dentro del humano hay una relación muy profunda. Por ejemplo, cuáles son desde el punto de vista cultural las cosas importantes: son los ritos del nacimiento, del bautismo; los ritos del matrimonio, los ritos funerales, los ritos de la comercialidad, de comer juntos; pero todos los ritos típicamente humanos tienen un elemento fundamental biológico: nacer, entrar en la vida, casarse, la relación sexual que permite la procreación, la muerte, la cosa más biológica y también la más humana, con todas las ideas de la vida después de la muerte; comer, la cosa biológica que también tiene sus prohibiciones, sus ritos, y también que permite la comunidad humana. Es decir, un paradigma complejo, es un paradigma que pudiera entender la relación compleja entre la parte biológica del humano y la parte mental-biológica del humano.

También desde el punto de vista más fundamental, en el paradigma clásico del orden, el orden es determinismo, regularidad, ciclos, estabilidad. Hoy día vemos que en el Universo, no hay únicamente el orden; vemos que el orden, por ejemplo, de la noche, con las estrellas es el orden de Descartes, y ello es solo un momento, porque ahora sabemos que el Universo está en un estado de dispersión, que hay colisiones de galaxias, explosiones de estrellas, y para entender al Universo debemos unir la noción de orden, la noción de desorden que es agitación, azar, colisión, y también la noción de organización; porque a partir de este conjunto de orden-desorden, se hizo la primera organización, los núcleos, los átomos, las moléculas, las estrellas, las galaxias, y todo eso. Digamos, debemos unir estas nociones totalmente antagonistas en el pensamiento clásico normal: orden, desorden, interacciones, y seguidamente organización; en un pentagrama, que permita entender, sino tendremos una

visión totalmente unilateral, equivocada del Universo. Aquí se ve que la Complejidad es una noción paradigmática, y no una noción únicamente empírica. Sí, hay una parte empírica en la realidad compleja, hay una parte de naturaleza compleja. Weaver, que hizo con Shannon la Teoría de la Información, dice en un texto, que el siglo XIX fue el siglo de la Complejidad desorganizada, refiriéndose al Segundo Principio de la Termodinámica; y el siglo XX debe ser el siglo de la Complejidad organizada; y para mí es la organización, pero no hace, digamos, la disyunción entre la Complejidad desorganizada y la Complejidad, ¿Por qué? Hay una valoración de inseparabilidad entre los dos; por ejemplo, lo que he indicado, orden y desorden, donde nacen las organizaciones y las organizaciones que se desintegran en un momento, la muerte de las estrellas con las explosiones, la muerte de los vivos. Hay digamos, siempre, un factor que permite ligar, pensar que no podemos saber la historia del Universo, ni cuenta a través únicamente el proceso creativo, o únicamente a través del proceso del Segundo Principio de la Termodinámica, que es un principio de desorganización, de desorden; hacia la combinación de los dos, o sea, esto se puede hacer con un pensamiento complejo.

La unión la podemos hacer a partir de las tres nociones que se encuentran en la Complejidad restringida y que no están conceptualizadas: sistema, emergencia y Caos. Sistema, como he indicado, la Complejidad se encuentra en la noción misma de sistema mismo, cuando nosotros hacemos la investigación de la naturaleza del sistema. Como dice Von Foerster, el todo no es una cosa aditiva, es una cosa superaditiva, que trae una cosa que no se puede hacer adicionar con la adición de las cualidades de los rasgos de las partes, y también una adición supersubstractiva. ¿Por qué? Porque debemos ver que la organización de un sistema impide la manifestación de algunas potencialidades que se encuentran en las partes, potencialidad que puede existir en la parte aislada. Por ejemplo, es evidente que la organización de una sociedad con su lenguaje, con su cultura, permite que se desarrolle la realidad humana con su naturaleza cultural; nosotros no podemos ser humanos, totalmente humanos, si no tenemos un lenguaje, si no tenemos las palabras, los conocimientos de una cultura; para hacer una realidad humana, se necesitan estas condiciones. Pero la organización social también impide la manifestación de algunas de nuestras independencias individuales, impide también la manifestación de autonomía, de libertad. Digamos, una organización tiene dos rasgos, podemos saber cuáles organizaciones son las mejores, las que permiten las cualidades deseadas, la más grande autonomía, y cuáles no permiten estas cualidades.

Existe una relación crucial en la noción de sistema, entre el todo y las partes. Pascal, del mismo siglo que Descartes, decía: todas las cosas están religadas dentro de ellas, lo que hace que las más lejanas estén religadas a las otras de un modo mediato e inmediato, donde unas tienen efecto sobre las otras, y tengo por imposible concebir las partes si yo no conozco el todo, tengo por imposible conocer el todo si yo no conozco las partes. Esta palabra es la palabra fundamental, porque impide una visión reduccionista que oculta el todo, impide una visión holística sencilla que no ve que las partes influyen también sobre el todo; ésta es la condición fundamental para entender, en esta oración está la superaditividad, están las emergencias, es propio de las emergencias la irreductibilidad lógica, a partir de la lógica clásica no podemos dilucidar las cualidades de las emergencias, hay una irreductibilidad, debemos constatarla, hacer una constatación de estas cualidades. Es una cosa maravillosa que el Universo, que la organización produce realidades, que la organización de la organización produce nuevas realidades, como en el caso de la evolución humana: la emergencia de la conciencia, de la reflexividad.

En relación a lo que se llama vida, no hay una sustancia que se pueda llamar vida. La vida se puede considerar como la emergencia, el conjunto de las cualidades que emergen de la autoorganización de una Complejidad poli-molecular. La vida no es una sustancia, es una emergencia. Hay muchos biólogos que dicen: “A nosotros no nos interesa la vida, porque para nosotros solamente es importante conocer las moléculas para entender la vida”. Sí, ellos ven el papel muy importante de las interacciones moleculares, pero no ven, no tienen la visión de la emergencia de esta cualidad, de la vida. Esta es la cuestión que es importante, porque el pensamiento complejo permite resucitar en un modo nuevo, ideas viejas, pero que no tenía bastante contenido como la idea divina, y esto significa que hay una Complejidad lógica.

La Complejidad lógica, como yo he indicado, digamos, incluye la realidad orden-desorden, la realidad de vida-muerte, y lo que es más importante, son esas palabras de Heráclito: “(...) vivir de muerte, morir de vida (...)” ¿Paradoja? ¿Absurdo? ¡No! Ahora con el saber nuevo, de la biología de la organización de la vida podemos entender el por qué de “vivir de muerte”. Vivir de muerte significa que un organismo siempre trabaja, trabaja también cuando duerme, porque el corazón continúa su trabajo, porque la sangre continúa su trabajo, el trabajo significa una pérdida, una degradación de su energía, y por esta razón nosotros tenemos necesidad de tomar alimentos del ambiente, para recomponer la energía.

Por esta razón es que yo hablo de auto-eco-organización, de que también en el modo lógico podemos con la auto-eco-organización entender la relación entre autonomía y dependencia. Desde la visión clásica del determinismo no podemos entender la autonomía; únicamente en la metafísica cabía la autonomía de la mente, del espíritu, pero la metafísica no tenía raíces en el mundo real. Habían dos visiones cortadas, que no podían comunicar una concepción de la autoorganización, es decir, que nosotros tenemos necesidad de depender del ambiente para la nutrición y también para el conocimiento, para encontrar esta nutrición, para defendernos de todos los enemigos, pero esta dependencia es la que permite la autonomía. Los dos conceptos están muy ligados. Esto no significa que toda dependencia traiga autonomía. Esto significa que la autonomía se construye sobre la dependencia cada vez más amplia. Yo tengo una autonomía grande con mi computadora, que me permite hacer muchas cosas más fácilmente, como escribir; pero si no tengo la electricidad, si no tengo energía en la batería, entonces yo pierdo esta autonomía. Nosotros tenemos una gran dependencia de la cultura, del lenguaje, y de otras tantas cosas; pero es una dependencia que permite la autonomía.

Las palabras “vida de muerte” significan que en la organización de la vida se produce la degradación de las moléculas, y también el hecho que las células mueren para que nazcan nuevas células jóvenes, esto vale para el hígado, vale para el corazón, vale para el pie, y ahora sabemos que también en el proceso del cerebro no existe únicamente la desintegración de las neuronas, sino también existe la constitución de nuevas neuronas. Este es un proceso de muerte que da una vida nueva. De estas palabras “absurdas” de Heráclito podemos entender la vida: la vida es lucha y lucha permanentemente contra la muerte; pero esta lucha se hace con la ayuda de la integración de un cierto tipo de muerte, que es la muerte celular. Hoy día, con los progresos de la investigación de la organización del organismo, podemos darle un significado complejo a las palabras de Heráclito, porque las células no esperan a la senilidad para destruirse a sí mismas; más bien se establece como una colección de señales entre varias células, y de momento se produce el suicidio celular; que no un suicidio egocéntrico, es un suicidio para la salud del conjunto organizacional. Hoy día sabemos, que cuando hay un exceso de muerte celular, se producen las enfermedades de Parkin-

son y de Alzheimer. Cuando no hay bastante destrucción de nuestras células, hay osteoporosis de diversos tipos. Algunos de los tipos de cánceres, se producen cuando las células se emancipan de esta mortalidad, y no quieren suicidarse más para el provecho de los otros, de la comunidad.

Entonces, es muy importante que este fenómeno de morir (vivir de muerte, morir de vida) signifique procesos de regeneración permanente, de rejuvenecimiento permanente. La muerte está asociada a esta capacidad de hacer cada vez más joven.

También hay un problema lógico muy interesante. Este problema lógico se encuentra en la relación individuo-sociedad-especie y los procesos de reproducción. Los individuos humanos son los productos de un proceso de reproducción biológica, pero el proceso de reproducción biológica no puede continuarse sin que dos individuos, una pareja, realice la reproducción. Nosotros somos los productos y los productores del proceso biológico de la especie. Lo mismo ocurre en la sociedad, en ésta está el producto de las interacciones entre los individuos, si hay más individuos, si hay una bomba de neutrones que destruye todos los individuos y quedan los monumentos, las instituciones, el parlamento, la casa del jefe del Estado, pero no hay más sociedad; entonces, estos individuos son los que hacen vivir a la sociedad, que producen la sociedad, pero la sociedad produce a los individuos con la cultura, con el lenguaje, con sus normas. Somos los productos y los productores. Esto significa la introducción en el pensamiento complejo, de no únicamente la aceptación de los antagonismos, lo que yo llamo dialógica, sino también la introducción de una causalidad circular, de una causalidad no únicamente retroactiva, como en los dispositivos de calefacción, donde un termostato permite la retroacción del efecto sobre la cosa, no. Una causalidad circular en el proceso de síntesis, de producción, en el proceso mismo de autoproducción; estamos los productos y los productores del proceso humano. Entonces, debemos trazar la noción de humano no de un modo separado del individuo, la sociedad, la especie; sino los tres como una trinidad inseparable, una relación recursiva, una relación co-circular, con una relación a la vez complementaria y antagonista, como una relación individuo-Estado y también individuo-reproducción, nosotros hacemos el amor sin hacer la reproducción. Relación antagonista y complementaria de los tres, y también un tercer concepto complejo: hologramático, es decir, que nosotros podemos saber que el todo de una especie se encuentra en cada célula de un individuo, digamos la totalidad de su patrimonio genético se encuentra en cada célula de la piel, del hígado, y de todo. No está únicamente la parte en el todo, sino también está el todo dentro de la parte. Lo mismo ocurre para la sociedad, la totalidad de la sociedad se encuentra en la mente de los individuos cuando las normas y el lenguaje actúan. Esta relación fundamental nos permite concebir de un modo mejor, lo que significa ser humano.

Si nosotros abandonamos la idea, de un determinismo, de un mecanicismo, llegamos a la noción de Von Foerster de las máquinas no triviales. Somos máquinas en cierto sentido, somos máquinas físicas, que funcionamos a una temperatura de 37°C. Las sociedades son mega-máquinas, como se ha indicado cuando se habla de las grandes sociedades de la antigüedad, del Egipto antiguo. Son máquinas, pero máquinas no triviales. Las máquinas no triviales no pueden conocer el *output* partiendo del *input*; no existe más el determinismo. Sí, en muchas ocasiones nosotros somos máquinas triviales, cuando me dicen: -“usted debe encontrarse aquí en la sala del congreso a las 9:30”-; yo salgo de mi cama a tiempo para encontrarme aquí. Hay muchas cosas que hacemos como máquinas triviales, pero las más importantes no son triviales, no se pueden reducir a un aspecto.

En la vida, en la evolución de la vida, el filósofo Pearson hablaba de la evolución creativa. El decía que no hay un primer creador, sino que existe en el proceso mismo de la organización. Yo prefiero hablar de creación evolutiva ¿Por qué? Es extraordinario, por ejemplo, que la evolución en tres ramas del mundo de la vida se debe a las alas: en los insectos, en los réptiles que se transformaron en pájaros, y también en algunos mamíferos que formaron alas. Los ojos también surgieron en varias formas en la evolución: en los insectos, en los réptiles y en los mamíferos. Hay muchos elementos creativos que vienen de la creatividad organizacional, y no tienen nada que ver con el creacionismo; se trata más bien de la idea espinosista que plantea que la creatividad se encuentra en la naturaleza. Y si nosotros vemos que la historia del Universo, no es una historia trivial, entonces no sabemos a dónde va el Universo, no sabemos qué va a venir de la humanidad, de la Tierra, y del sol. Esto es así para el Universo también, por ejemplo, se ha descubierto una cosa llamada energía negra, una energía que empuja a la separación, a la dispersión a la muerte del Universo, al contrario de la energía gravitacional que conduce a la contracción. De nuevo se tienen dos fuerzas antagonistas en juego, de lo cual sabemos que sucede al final. Si nosotros queremos saber la historia humana, es evidente que podemos saber que todos los imperios de la antigüedad están muertos, el primero, el gran Imperio Romano, el gran Imperio Egipcio, los imperios de época moderna están muertos, el Imperio Otomano, el Imperio Austriaco, el mundo de la Unión Soviética se desintegró. No podemos ignorar los acontecimientos. Las máquinas no triviales son las fundadoras de las condiciones. Jesús, Mohamed, son los fundadores de la gran idea y otros sabios, los pensadores del socialismo que fueron Marx, Fourier y otros, que fueron considerados por la mayoría del mundo intelectual de aquella época como locos, como totalmente dementes. La evolución no es siempre una evolución frontal, como un río, no. Es una evolución que se empieza al inicio con desviaciones pequeñas y si estas desviaciones se mantienen, si no son destruidas, entonces hay una propagación como los arroyos que hacen un río. Nosotros somos una desviación en la historia del pensamiento que si tenemos suerte, vamos a poder ayudar a salvar a la humanidad. Entonces, podemos ver que no hay más trivialidad que una cosa que se puede predecir, y nosotros sabemos muy bien que mañana no sabemos lo que va a ocurrir, hay más incertidumbre sobre lo que mañana yo voy a hacer y dónde me voy a encontrar, que el momento de mi muerte que yo estoy seguro que va a ocurrir. Entonces, esto quiere decir que podemos ver las cosas de este modo: el mundo es más que una máquina cerrada, prosaica, es una aventura extraordinaria, somos una parte, un momento de esta aventura, y nosotros tenemos un papel importante en la historia del Universo.

Además de la noción de Caos, y la física del Caos, que es muy interesante; el Caos finalmente no se reduce a la impredecibilidad y al desorden. Son muy importantes las conquistas de la física del Caos, porque nos aclaran que algunos procesos que nosotros pensábamos que eran predecibles, como la rotación de la Tierra alrededor del sol, es algo que es de naturaleza caótica, porque no fue lo mismo hace 300 millones años antes, y que va a cambiar en 300 millones de años, porque hay interacción entre los planetas y otros cuerpos celestes. Entonces, el mundo es caótico, según la física del Caos. Hay algo más, pienso que debemos tomar la palabra Caos en el sentido de los griegos antiguos, que decían que el *Kosmos*, el universo del orden, es el producto de un caos; es decir, de la indistinción de las fuerzas potentes que tienen al mismo tiempo potencialidad de orden, de desorden y de organización, el caos que nació del *Kosmos*.

Pero hoy día nosotros sabemos que el cosmos ya no se produce del caos. Yo hablo en mi libro *La Naturaleza de la Naturaleza* de *ca-osmos*, para unir las dos nociones, y todavía aquí hay problemas lógicos. La Complejidad necesita, para llegar al conocimiento, escapar de la lógica de aislar un hecho, un dato, un elemento para entenderlo. La Complejidad necesita la contextualización. Por ejemplo, en el campo de las ciencias humanas, no es suficiente una ciencia muy sofisticada del mundo matemático para el campo de la economía actual. Lo que falta es la posibilidad de contextualizar a la economía en el conjunto del mundo humano, de los aspectos histórico-sociales, religiosos, afectivos, porque una ciencia únicamente cuantitativa es una ciencia que no puede comprender los rasgos humanos que son de pasión, de amor, de odio, de sentimientos. Todas estas cosas son invisibles a la economía cerrada. Es mejor un conocimiento capaz de contextualizar un hecho, contextualizar también en el tiempo histórico un conocimiento adelantado, pero cerrado.

Para saber cómo debe ser el conocimiento de un ser vivo, veamos el siguiente ejemplo. Si tomamos a los animales, digamos a los chimpancés, el conocimiento que se obtiene basado en experiencias de laboratorio, no pasa de conocer, por ejemplo, si el chimpancé puede tomar un plátano que se encuentre sobre una silla. Pero, la concepción de la vida de los chimpancés cambió totalmente a partir de Jane Goodall, que se quedó durante meses, años en un lugar africano en Tanzania, para entender que la vida de los chimpancés era una vida muy compleja, una organización social, relaciones afectivas entre los elementos, individualidad muy fuerte de los personajes, todos los elementos descubrieron un mundo complejo que la experiencia del laboratorio no permite entender. Entonces, pasará el dogma de que la verdadera ciencia es la ciencia experimental ¡No! Está también la ciencia de la observación. Hay algunas ciencias que combinan muy bien, por ejemplo, la cosmología combina la astronomía de observación con los telescopios, con la observación desde naves espaciales, con los satélites, y también con los experimentos de microfísica, de los aceleradores de partículas, para ver cómo era el Universo en los primeros tiempos. Entonces, podemos ver que hoy día tenemos que contextualizar, contextualizar la aventura humana, que esta aventura histórica, con el desarrollo de la ciencia, de la tecnología, de la economía y su contexto ecológico, como la biosfera, y entender que nosotros no podemos hacer una conquista del mundo en el sentido de Descartes que pretendía manipular a los seres vivos como objetos, porque la biosfera también es necesaria, y si nosotros destruimos la biosfera, entonces hacemos un suicidio colectivo, una auto-destrucción. El conocimiento ecológico hoy día es algo capital, que incluye la contextualización de la historia humana y del planeta Tierra. Hay muchos problemas donde hace falta, por ejemplo, cuando el presidente de Egipto, Nasser, tomó la decisión de hacer la Represa de Assuán, era una decisión muy útil, porque había dudas de cómo utilizar la fuerza energética de la presa, para la producción de energía eléctrica, y por otra parte la regulación del curso caprichoso del Nilo. Esta decisión fue hecha únicamente sin contextualización social, ni humana. ¿Y qué pasó entonces? Lo que pasó fue que la Represa provocó una disminución de la cantidad de peces en el río, y esto fue un proceso que inició la migración de una parte de la población que vivía en la selva del Nilo, hacia las grandes ciudades, y los suburbios. Por otro lado, la Represa impide la formación de limo, que sirve para la fertilización del suelo, al impedir la inundación de las llanuras y riveras del Nilo. Esto es una restricción a la fecundidad, al recodo; que es también causa de emigración. Hoy en día la retención de los aluviones provocan problemas técnicos serios en la instalación, en la Represa. Entonces, debemos tomar todas las decisiones en función del contexto.

Nosotros tampoco podemos aislar la ciencia de su contexto social. No únicamente porque hoy día el desarrollo de la tecnociencia tiene una intervención mayor en el porvenir de la humanidad, se transforma el poderío con las posibilidades maravillosas de la ciencia, pero también con la posibilidad de destrucción que tienen las armas nucleares. No podemos entender la historia de la ciencia de un modo aislado, también la ciencia requiere de los procesos sociales. Para entender esto, se requiere entender a la vez la lógica interna y la lógica externa, un juego de lógica, de los factores exteriores y de los factores interiores. Pienso que el pensamiento, el conocimiento complejo, muestra que las cosas separadas, se quedan separadas, pero al mismo tiempo son inseparables. Nosotros, los seres humanos, si pensamos que tenemos en nosotros las partículas de los primeros momentos del Universo, y que nuestro cuerpo, tiene los átomos de carbono que se hicieron de la unión de tres núcleos de helio en una estrella anterior al sol, que tenemos en nosotros la formación de moléculas y macromoléculas en la Tierra, que pueden ser de elementos llegados fuera del planeta, si nosotros pensamos que tenemos en nosotros la vida misma, la vida celular, toda la historia de la evolución de la vida hasta nosotros; entonces, nosotros expresamos el principio hologramático, la totalidad del Universo se encuentra en un todo singular, nuestras personas singulares.

Y aquí de nuevo hay problemas lógicos. Es verdad que para los problemas fundamentales el principio aristotélico del tercero excluido no vale. El tercero excluido dice que A no puede ser A y No-A. De hecho, se puede ser una cosa y otra cosa al mismo tiempo. La dialógica permite superar a la lógica cerrada, a la lógica únicamente formal. Todo esto tiene consecuencias para la ciencia, digamos que en relación a la objetividad del conocimiento.

Primero, quiero hablar de lo siguiente. El modo de funcionar de la ciencia era complejo, en la época clásica, cuando surgieron los ideales de simplicidad, de claridad, y cuando estuvo hecho su camino ¿Complejo en qué sentido? En el sentido que la ciencia clásica es un cuadrúpedo, tiene cuatro patas, que funcionan en un modo complementario y antagonista; y a pesar de la simplificación, del dogmatismo, de todo eso, la ciencia progresó con dificultad, pero progresó. Una pata es la empírica, que incluye el conocimiento del mundo exterior con la observación, la experimentación. La otra pata es la teórica, que es lógica, que son teorías que pueden integrar los datos empíricos. Existe una tercera pata que es la imaginación, porque todo lo humano científico parte de una imaginación muy potente para crear las nuevas visiones. La cuarta pata es la verificación. El otro aspecto de la Complejidad viene del pensamiento de Karl Popper que dice que una teoría es científica no porque tenga una exactitud absoluta, sino porque permite demostrar su credibilidad, su falsabilidad. Una teoría científica está abierta a las contradicciones, a las oposiciones, al descubrimiento de nuevos hechos y esto es muy importante también. Al mismo tiempo, Popper pensaba que había una frontera muy clara, muy justa entre lo científico y lo no científico. Él se equivocó, pues no hay una frontera, hay una zona de incertidumbre. Una cosa que no es científica puede entrar en la ciencia; y otra cosa que es científica se puede ver fuera de la ciencia, como el principio de reducción, por ejemplo. También, las teorías científicas no necesitan únicamente de demostraciones empíricas, sino también necesitan acciones no demostrables. Todo lo anterior sirve para ilustrar la Complejidad de la ciencia clásica.

Lo segundo que quiero decir es que el deseo, la necesidad de otra actividad, no significa que la otra actividad es una cosa evidente, no. ¿Por qué? No es una conquista, porque todo conocimiento es un modo de traducir y reconstruir a la realidad, no existe un conocimiento que tenga la cualidad de la fotografía, o de la película; todo viene de la traducción, de la construcción, viene de la mente humana; es decir, que la objetividad está ligada con la

subjetividad, digamos, que al menos, está ligada con los poderes constructores de la mente, cualesquiera que estos sean, como por ejemplo, lo que estableció la demostración de Emmanuel Kant, el filósofo que demostró que nosotros podemos entender el mundo natural, el mundo de los fenómenos, con algunas categorías que vienen de la mente humana. Entonces, lo que parece ser el porvenir de la ciencia, lo que hace falta ahora, es lo que ha demostrado también el filósofo Bertrand Russell, es la conciencia de sí mismo, los científicos no tienen una invisibilidad de sí mismos, porque pesa únicamente la visibilidad de los conocimientos objetivos.

Por lo demás, en el siglo XX se empezaron dos revoluciones científicas, una que es la introducción en el mundo de la microfísica y después la cosmo-física, de una exactitud y de una Complejidad extraordinaria; nació de una revolución que se empezó en otra ciencia, para la unión de disciplinas separadas; esto se empezó con las ciencias de la Tierra, que permiten, a partir de los años 60, reunir a la Meteorología, la Geología, la Vulcanología y otras ciencias. Además, la principal es la Ecología como ciencia, que permite reunir una multitud de disciplinas y de integrarlas naturalmente en el curso del conocimiento. Hay varias cosas, como la elaboración de la perturbación que hace la observación sola, el efecto, todo lo que viene de la microfísica.

Cuando nosotros introducimos la ciencia en las tecnologías, nosotros podemos saber la fuerza formidable de la tecnociencia, una fuerza que es incontrolable. Entonces, la conclusión es, pienso, que de estas revoluciones debe salir una Ciencia Nueva. Estas palabras son de Jean Bautista Vico, filósofo italiano del siglo XVIII. Para él la Ciencia Nueva era una ciencia meta-cartesiana, que introduce también el porvenir, la historia en la ciencia. La Nueva Ciencia no es una ciencia que realiza la supresión de las disciplinas, es una posibilidad de religar y de fecundación, porque una disciplina fuera de su medio no puede ser útil a nadie, ni a los ciudadanos, ni a los humanos. Entonces, tenemos la necesidad de comprender que el saber, el conocimiento, no es únicamente separar, es también reunir. Por esta razón el conocimiento complejo necesita una transdisciplinariedad, y que la transdisciplinariedad necesita un pensamiento complejo. Todo esto presupone que se debe hacer una reforma del conocimiento, una reforma del pensamiento. Esto no únicamente en el campo científico, sino en general, para toda persona o todo gobierno, con una comprensión de lo que llamo la *ecología de la acción*, es decir que la acción no obedece la voluntad del actor cuando entra en el juego de las fuerzas de una sociedad, de un ambiente. De tener una visión más controlada de las posibilidades de la acción, y de utilizar una estrategia más que un programa, un programa no se cambia, la estrategia puede cambiar, y saber, porque hoy día se sabe mucho, utilizar un principio, el principio de precaución. Esto es seguro, pero lo debemos combinar con el principio de audacia. Demóstenes, jefe de la democracia griega, durante la guerra del Peloponeso, decía: "(...) Nosotros sabemos combinar la prudencia con la audacia. Vosotros tenéis miedo o eres temerario". La combinación de la prudencia con la audacia es un arte, no se puede definir. Esto es una invitación a la acción como arte, muy difícil, muy complejo.

Entonces, la reforma de la mente, necesita una reforma de las instituciones, de la enseñanza, y por esta razón pienso que vamos a hablar después de lo que hacemos en la Universidad, en la ciudad de Hermosillo, en el Estado de Sonora, en México. Pienso que esta historia, fuera de la universidad o dentro de ella, es la institución de cultura fundamental que puede traer todas las nociones fundamentales que están desintegradas, anidadas del modo del saber que yo denomino nuestra universidad, nuestra enseñanza, no únicamente la enseñanza en la universidad, sino también la enseñanza para los pequeños o la enseñanza

secundaria. Pero, pienso que el pensamiento complejo tiene consecuencias para casi todos los campos de la vida humana. Por un lado, induce una ética de la comprensión, por ejemplo, cuando una persona comete un crimen no se deben olvidar otros aspectos de su vida, y no reducir toda su vida al crimen solamente. De manera que los seres humanos son capaces de lo peor y de lo mejor. De manera que las condiciones del pasado, el martirio, también de los inquisidores, criminales y santos, de manera que ahí está el balance de las cosas. Esto me lo enseña la comprensión de los otros, de no reducir, de no tender a eliminar el maniqueísmo que ve a los otros como todos buenos y los otros todos feos. Es una comprensión que tiene consecuencias éticas inconmensurables, consecuencias políticas, otro modo de combinar la organización social. Consecuencia planetaria, porque es posible concebir el proceso de planetarización, aquel que se empezó, aquí mismo con Colón, y que se desarrolló a base de la esclavitud, del colonialismo, del imperialismo, y de todas esas cosas. De manera que es un proceso uno y diverso con su antagonismo, que al mismo tiempo muestra resistencia, y muestra la producción de las ideas humanistas, de las ideas de liberación, de las ideas de derechos humanos, y que la descolonización se inicia cuando los colonizados tomaron en sus manos estas ideas elaboradas en el corazón de las potencias de dominación europeas. Este humanismo vale también para nosotros, y no únicamente para vosotros. Es decir, que hoy la planetarización no es únicamente el proceso de la economía globalizada, en el caso del neoliberalismo, sino que también existen planetarizaciones culturales, intercambios. Es decir, que también el porvenir tiene una etapa especial que tiene los cuatro motores incontrolables: ciencia, tecnología, economía y política. Ahí están las diferencias, van al desastre, pero la conciencia de la catástrofe del proceso puede ayudar a luchar; está el poeta que decía: "(...) donde crece el peligro, crece también la salvación". Esto nos da una conciencia para accionar en el sentido del sí. Nosotros estamos andando hacia el fin del mundo, no es el fin del mundo humano. Es el fin de un mundo humano en que hay una posibilidad, después de 10.000 años, donde las pequeñas sociedades, sin Estado, sin agricultura, sin ciudad, se transformaron en imperios, en grandes sociedades. Hoy en día el Aquiles de las sociedades históricas está en el poder absoluto de los Estados nacionales, y el poder gigante de las armas de destrucción. Aún después de dos guerras mundiales, hay una catástrofe gigante, porque hay una amplificación de los poderes de destrucción. Es decir, que puede ocurrir otra catástrofe o la metamorfosis.

Para terminar, voy a usar una cita de un filósofo alemán, Heidegger, que dice: "(...) La orgía no se encuentra detrás de nosotros, la orgía se encuentra delante de nosotros. Debemos ver y luchar por una nueva orgía (...)".