

Paradigmas emergentes y ciencias de la complejidad

Miguel Martínez Miguélez

Universidad Simón Bolívar, Caracas
miguelm@usb.ve

*Por todas partes se han despertado hoy
en las distintas disciplinas tendencias a poner
la investigación sobre nuevos fundamentos.*

Martín Heidegger (1974: 19)

*La ciencia actual nos ha conducido por un callejón sin salida
y la actitud científica ha de ser reconstruida,
la ciencia ha de rehacerse de nuevo.*

Erwin Schrödinger (1967: 122)

Los límites de mi lenguaje son los límites de mi mundo
Ludwig Wittgenstein (1973: 5-6)

Resumen

La investigación científica viene sufriendo a partir de las primeras décadas del siglo XX, cambios radicales en la manera de generar enunciados seguros y firmes a partir de las certezas proporcionadas por el Método Científico. Sin embargo, a partir de las serias dudas generadas por la manera de explicar el mundo y su realidad, se ha venido entendiendo al indagar metodológico-científico centrado en búsquedas que den cuenta de la realidad cambiante y dinámica, cuestión que no es entendida en las primeras décadas del siglo pasado. A partir de su propuesta centrada en las ideas de complejidad y de sistema, el autor establece analogías y complementariedades entre ambas concepciones, para concluir que es necesario cambiar de mentalidad en la idea de hacer ciencia, pues se está gestando una nueva manera de abordar la realidad.

Palabras clave: Paradigma Emergente, Ciencias de la Complejidad, Idea de Sistema, Complejidad de lo Real, Estructuras Disipativas.

Emerging Paradigms and Sciences of Complexity

Abstract

Since the early decades of the twentieth century, scientific research has been undergoing radical changes in the way it generates sure, firm statements based on certainties provided by the scientific method. However, starting from serious doubts generated by the way of explaining the world and its reality, thinkers have been understanding methodological-scientific investigation as centered on searches that become aware of a changing and dynamic reality, an issue that was not understood in the first decades of the last century. Based on a proposal centered on ideas about complexity and systems, this study establishes analogies and complementarities between the two concepts, concluding that it is necessary to change our mentality about the idea of doing science, since a new approach to reality is in the making.

Keywords: Emerging paradigm, complexity sciences, systems idea, complexity of the real, dissipative structures.

INTRODUCCIÓN

Es deber de la ciencia ofrecer una explicación rigurosa y completa de la *complejidad* de los hechos que componen el mundo actual e idear teorías y modelos intelectualmente satisfactorios para nuestra mente inquisitiva. Pero, al mismo tiempo, este proceso de la ciencia no puede partir de la nada, o al azar, sino que siempre lo hace asumiendo unos *presupuestos* que juzga evidentes, seguros y confiables; y, cuando no es así, puede llegar a conclusiones decepcionantes, como la que experimentó el gran matemático y lógico alemán Gottlob Frege, de la Universidad de Berlín, en la construcción de su famosa *lógica matemática*: “cuando apenas habíamos completado el edificio –dice– se nos hundieron los cimientos” (Racionero-Medina, 1990: 88).

En las últimas décadas, la proliferación de las ideologías que se han originado en el siglo XX, y la frecuencia de uso sin mayor precisión de los conceptos relacionados con la *complejidad* de nuestras realidades actuales y la *inter- y transdisciplinariedad* que su estudio y comprensión requieren, pareciera que han obnubilado la mente de muchos docentes

universitarios, cuyos horizontes y misión han quedado opacados por esa situación.

Las *grandes preguntas* que nos hacemos hoy día giran entorno a las raíces y soportes de la *ciencia* y del *conocimiento humano* en general, es decir, son de naturaleza *filosófica*: ¿qué es la verdad?, ¿qué significa conocer?, ¿en qué consisten exactamente la *verificación* y la *validación*?, ¿cómo se originó la vida?, ¿qué sentido tiene el Universo?, ¿somos inevitables o estamos aquí por pura casualidad?, ¿es cierto que toda la realidad procede de los retorcimientos de bucles de energía en un hiperespacio de once *dimensiones*?, etc.

Se trata, en fin de cuentas, de ahondar en nuestro conocimiento considerado como el más seguro porque lo creemos “*científico*”, pero ¿con qué concepto de ciencia? Y, en todo caso, ¿es la ciencia clásica la única vía para la adquisición de un conocimiento seguro, confiable y defendible epistemológicamente?

Durante los últimos 20 años, la *Unesco*, como Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, viene insistiendo y nos alerta sobre una serie de ideas de **máxima relevancia** (Ciret-Unesco, 1997,2000; Unesco, 1998). Entre esas ideas están las siguientes afirmaciones:

Constataciones:

- Los Países en Desarrollo sólo lo alcanzarán con una calificada y competente *preparación de sus profesionales*.
- La *desorientación* de la Universidad es un fenómeno mundial.
- Los cambios mundiales tienen un *ritmo acelerado*.
- La lógica clásica y el *pensamiento único* generan *pobreza*.

Sugerencias:

- No podemos seguir parcelando el saber; necesitamos un enfoque *transdisciplinario*.
- Es urgente una *visión* trans-nacional, trans-cultural, trans-política y trans-religiosa.
 - Es necesario pasar del positivismo al postpositivismo.
 - Debemos adoptar un *paradigma sistémico* para entender la complejidad de nuestras realidades.

- Es necesario rehacer los *Planes de Estudio* y cultivar un futuro sustentable.
- El *Diálogo como Método* es imprescindible.

Por todo ello, es también la Unesco la que nos repite hoy que los profesores, y en general la Academia, miran más hacia atrás que hacia adelante, perpetuando anacronismos al repetir “*no conocimientos sino simples hábitos y hasta rutinas mentales*” que no resisten una crítica epistemológica actualizada.

Precisamente, Immanuel Kant (1773: 121) nos invitó, ya hace más de dos siglos, a realizar esa misma tarea, cuando, en la introducción de su obra máxima, *La Crítica de la Razón Pura*, nos dice: “el maduro juicio de nuestra época no quiere seguir contentándose con un *saber aparente* y exige de la razón la más difícil de sus tareas, a saber: que de nuevo emprenda *su propio conocimiento*”. También Aristóteles había señalado que “lo que aparece no es simplemente *verdadero*, sino tan sólo lo es para aquel a quien le parece, cuando le parece, en cuanto le parece y tal como le parece...; porque no todas las cosas parecen lo mismo a todos, y aun a uno mismo no siempre las mismas parecen iguales, sino muchas veces contrarias, hasta al mismo tiempo...; por esto, la naturaleza de un ser no se da nunca a nadie en su totalidad, sino solamente según algunos de sus *aspectos* y de acuerdo con nuestras propias *categorías*” (*Metaf.* Libro iv, cap. 5).

También es Aristóteles quien nos advierte que “lo que está dado a los ojos (lo que se percibe por la vista) es la *intención* del alma; que no es el ojo el que ve, sino la psique” (*Metaf.*, lib.IV). Es decir, que la intención, el interés o deseo con que miramos las cosas tiene tanto poder sobre nuestros sentidos que acomoda, desvirtúa o transforma esos objetos adaptándolos perceptivamente a su perspectiva.

Y es el mismo Kant (1787) quien, siguiendo este modo de pensar, introduce una auténtica revolución epistemológica general, la llamada “*revolución copernicana de Kant*”. Para él, la mente humana es un *participante activo y formativo* de lo que ella conoce.

La mente *construye* su objeto informando la materia amorfa por medio de formas personales o categorías y como si le inyectara, en parte, sus propias leyes. El intelecto sería, entonces, de por sí, un *constitutivo estructurante* de su mundo.

A los que no aceptaban esta realidad, Nietzsche (1972: *pássim*) les decía irónicamente que era porque “creían en el dogma de la inmaculada

percepción”. En efecto, él afirmaba que “no existían hechos, sino sólo interpretaciones”; pues no hay “percepción” de los sentidos que no suponga una interpretación, una *hermenéutica*.

Por todo ello, en la actividad académica se ha vuelto imperioso desnudar las contradicciones, las aporías, las antinomias, las paradojas, las parcialidades y las insuficiencias del paradigma que ha dominado, después del Renacimiento, el conocimiento científico.

Desde mediados del siglo XX, sobre todo, se han replanteado en forma crítica las bases epistemológicas de los métodos y de la misma ciencia, y se sostiene que, sin una base epistemológica que le dé sentido, no pueden existir conocimientos en disciplina alguna.

Esta situación no es algo superficial, ni sólo coyuntural; el problema es mucho más profundo y serio: su raíz llega hasta las estructuras *lógicas* de nuestra mente, hasta los procesos que sigue nuestra *razón* en el modo de conceptualizar y dar sentido a las realidades; por ello, este problema *desafía* nuestro modo de entender, *reta* nuestra lógica, reclama un *alerta*, pide mayor *sensibilidad* intelectual, exige una actitud *crítica* constante, y todo ello bajo la *amenaza* de dejar sin rumbo y sin sentido nuestros conocimientos considerados como los más seguros por ser “científicos”. Por ello, a veces, se dice que “los científicos no leen a Shakespeare, y que los humanistas son insensibles a la belleza y utilidad de la matemática; y, así, el ideal de las *ciencias naturales* es obtener una descripción determinística, mientras que, al contrario, las nociones de incertidumbre, de elección y de riesgo, dominan las *ciencias humanas*.”

Martín Heidegger (2005) publicó un libro entero de más de 200 páginas con el título *¿Qué significa pensar?*, en el cual afirma frecuentemente que “la mayoría de los hombres no sabe pensar”, y da la razón: “porque –dice él– el verdadero objeto del pensar rehuye de una mente superficial y banal”; y porque, en fin de cuentas, “piensan algo que no merece la pena” (pp. 18-20).

Y es llamativo el hecho de que, en este “*pensar profundo*”, la historia de la ciencia nos muestra que nuestras mejores ideas actuales ya fueron expuestas, y muy bien, hace tiempo, por *pensadores eminentes* que, por haberse adelantado demasiado a sus tiempos, no fueron comprendidos por sus contemporáneos, pero sí debieran ser conocidos y entendidos en nuestro tiempo, y no llegar al *absurdo* de alguna coordinación de estudios de postgrado que aconseja no citar obras que no hayan

sido publicadas en los últimos cinco años; como dice el refrán: “*la ignorancia es atrevida*”. ¿Ignorancia de qué? Ignorancia de la historia. Y, como también dice otro sabio adagio: “El que no conoce la historia está *condenado a repetirla*”.

Evidentemente, “pensar algo que merezca la pena” no se puede realizar sin entrar en la *Metafísica*, es decir, en la Epistemología (teoría del conocimiento) y en la Ontología (teoría del ser), aspectos que trataremos a continuación sólo en sus aspectos básicos.

1. EPISTEMOLOGÍA TRADICIONAL Y EPISTEMOLOGÍA DEL SIGLO XX

Para la gran parte del mundo antiguo –señala Ortega y Gasset (1981: 76)– las cosas estaban ahí fuera por sí mismas, en forma ingenua, apoyándose las unas a las otras, haciéndose posibles las unas a las otras, y todas juntas formaban el universo. Y el sujeto no era sino una pequeña parte de ese universo, y *su conciencia un espejo* donde los trozos de ese universo se reflejaban. La función del pensar no consistía más que en encontrar las cosas que estaban ahí, un *tropezar* con ellas. Así, el conocimiento no era sino un *re-presentar* esas cosas en la mente, con una buena *adecuación* a las mismas, para ser *objetivos*. No había situación más humilde para el yo, ya que lo reducía a una cámara fotográfica.

Y ésta es la analogía (cámara oscura) que utilizará después John Locke y el empirismo inglés (de los siglos XVII-XVIII) para concebir el intelecto humano; analogía que, a su vez, será la base del *positivismo* más radical del siglo XIX y primera parte del XX.

A lo largo del siglo XX, hemos vivido una transformación radical de este concepto de *conocimiento* y de su respectivo concepto de *ciencia*. Estamos llegando a la adopción de un nuevo concepto de la *racionalidad científica*, de un nuevo *paradigma epistemológico*.

El modelo científico *positivista* –que imperó por más de tres siglos– comenzó a ser cuestionado severamente a fines del siglo XIX por los psicólogos de la Gestalt, a principios del siglo XX por los físicos, luego –en la segunda década– por los lingüistas, y finalmente –en los años 30, 40, 50 y, sobre todo, en los 60– por los biólogos y los filósofos de la ciencia. Todos, unos tras otros, fueron manifestando su insatisfacción con ese tipo de racionalidad lineal y unidireccional.

En su estructura básica, el método científico tradicional fue concebido por Heinrich Hertz en su obra *Principios de la Mecánica* (*Die Prinzipien der Mechanik*, 1956/1894), pero su aplicación fue extrapolada de la Mecánica a toda la Física (a la hidráulica, al calor, al sonido, a la óptica y a la electricidad), luego, de la Física a la Química, a la Biología y a la Psicología, creando un pernicioso *mecanicismo* general, que el mismo Hertz previó y rechazó en la introducción de la obra (*ibidem*: 38). Estas aplicaciones espurias fueron, después, reforzadas bajo el punto de vista filosófico, por el *Primer Wittgenstein* (1973/1921) con su obra *Tratado Lógico-Filosófico* y la aceptación que le dio el *Círculo de Viena*.

El mayor valor que le vieron los positivistas residía en la idea central del *Tratado*: “*el lenguaje representa (casi físicamente) la realidad*”, es una “*pintura*” (*Bild*) de la realidad. Así, al tratar el lenguaje, pensaban que trataban directamente con la realidad. Estos autores no tuvieron en cuenta el célebre axioma de Alfred Korsinsky (1937: *pássim*): “*no debemos confundir nunca un mapa con el territorio que representa*”.

Desde 1930 en adelante, debido a la influencia de los psicólogos de la Gestalt, Wittgenstein comienza a cuestionar, en sus clases en la Universidad de Cambridge, sus propias ideas anteriores positivistas, y a sostener, poco a poco, una posición que llega a ser *radicalmente opuesta* a la de su *Tratado*: niega que haya tal relación directa entre una palabra o proposición y un objeto; afirma que las palabras no tienen referentes directos; sostiene que los significados de las palabras o de las proposiciones se encuentran *determinados por los diferentes contextos* en que ellas son usadas; que los significados no tienen linderos rígidos, y que éstos están formados por el contorno y las circunstancias en que se emplean las palabras; que, consiguientemente, *un nombre no puede representar o estar en lugar de una cosa* y otro en lugar de otra, ya que el referente particular de un nombre se halla determinado por el modo en que el término es usado. En resumen, este Segundo Wittgenstein dice que “*en el lenguaje jugamos juegos con palabras*” y que usamos a éstas de acuerdo con las reglas *convencionales* preestablecidas en cada lenguaje. Por ello, comienza a referirse a sus antiguas ideas como “*mi viejo modo de pensar*”, “*la ilusión de que fui víctima*”, etc. (Martínez, M., 2007a: 103-109).

Es digna de ser subrayada la importancia de la revolución que hacen los físicos en las primeras décadas del siglo XX, ya que implica que las exigencias e ideales positivistas no son sostenibles ni siquiera en la física: Einstein *relativiza* los conceptos de espacio y de tiempo (no son ab-

solutos, sino que dependen del observador) e invierte gran parte de la física de Newton; Heisenberg introduce el *principio de indeterminación* o de incertidumbre (el observador afecta y cambia la realidad que estudia) y acaba con el *principio de causalidad*; Pauli formula el *principio de exclusión* (hay leyes-sistema que no son derivables de las leyes de sus componentes) que nos ayuda a comprender la aparición de fenómenos cualitativamente nuevos, sobre todo en los *seres vivos*, y nos da conceptos explicativos distintos, característicos de niveles superiores de organización; Niels Bohr establece el *principio de complementariedad*: puede haber dos explicaciones opuestas para los mismos fenómenos físicos y, por extensión, quizá, para todo fenómeno; Max Planck, Schrödinger y otros físicos, descubren, con la mecánica cuántica, un *conjunto de relaciones* que gobiernan el mundo subatómico, similar al que Newton descubrió para los grandes cuerpos, y afirman que la nueva física debe estudiar la naturaleza de un numeroso grupo de entes que son *inobservables*, ya que la realidad física ha tomado cualidades que están bastante alejadas de la experiencia sensorial directa.

Debido a los arduos debates epistemológicos durante las cinco primeras décadas del siglo XX, en la década de los años 60 se desarrollan 5 *Simposios Internacionales sobre Filosofía de la Ciencia* (en los años impares: 61,63,65,67 y 69), para estudiar a fondo este extremadamente difícil problema, que constituía un auténtico cambio de paradigma epistémico. Y fueron 5 simposios porque en los primeros 4 no pudieron resolver el problema.

La obra de F. Suppe (1979), especie de *Actas del Simposio Internacional sobre la Estructura de las Teorías Científicas* (Universidad de Chicago, 1969), reseña el excelente trabajo realizado, sobre todo, en el último de estos simposios (el de 1969). En el *Postscriptum* (*ibídem*, pp. 656-671) –que sintetiza las ideas centrales del mismo– el epistemólogo Stephen Toulmin enfatiza el *desmoronamiento* de las tesis básicas del *positivismo lógico* en los siguientes puntos:

1. No hay “observaciones sensoriales directas” de los conceptos o de los principios teóricos.
2. Las “definiciones operacionales” son inconsistentes: sólo vinculan unas palabras con otras y no con la realidad.

3. “Los formalismos matemáticos no son verdades fijas; son figuras efímeras como las que vemos en la nubes” (Esto lo propone David Bohm: discípulo de Einstein).
4. Aceptación de la lógica del descubrimiento (diferente de la lógica de la justificación) para poder entender la verificación, corroboración o falsación de teorías.
5. Una ciencia no es un mero sistema lógico, sino una empresa racional que implica ciertas incoherencias, inconsistencias lógicas y hasta contradicciones.
6. En fin, estos simposios concluyen afirmando que el positivismo lógico “ha sido refutado”, “es fundamentalmente inadecuado e insostenible y debe sustituirse”, ha sufrido un “rechazo general” y, por ello, ha sido abandonado por la mayoría de los filósofos de la ciencia”.

Según Echeverría (1989: 25), este simposio, con estas y otras muchas ideas, “levantó lo que se ha llamado el *acta de defunción* de la concepción heredada (el positivismo lógico), la cual, a partir de ese momento, quedó abandonada por casi todos los epistemólogos”, debido, como señala la Popper (1977: 118), “a sus dificultades intrínsecas insuperables”.

De igual manera, conviene oír la solemne declaración pronunciada más recientemente por James Lighthill (1986), presidente de la *International Union of Theoretical and Applied Mechanics*, a cuya afiliación ideológica perteneció el mismo Hertz:

Aquí debo detenerme y hablar en nombre de la gran Fraternidad que formamos los expertos de la Mecánica. Somos muy conscientes, hoy, de que el entusiasmo que alimentó a nuestros predecesores ante el éxito maravilloso de la mecánica newtoniana, los condujo a hacer generalizaciones en el dominio de la predictibilidad (...) que reconocemos ahora como *falsas*. Queremos colectivamente *presentar nuestras excusas* por haber inducido a error a un público culto, divulgando, en relación con el determinismo de los sistemas que satisfacen las leyes newtonianas del movimiento, ideas que, después de 1960, se han demostrado *incorrectas* (p. 38). Esta confesión no necesita comentario alguno, pues, como dice el lema de la justicia procesal, “a confesión de reo, relevo de pruebas”. Pero, como señala Prigogine (1994: 28), “es algo totalmente excepcional oír a los expertos reconocer que durante tres siglos se han equivocado sobre un punto *esencial* de su campo de investigación”.

Erwin Schrödinger, eminente físico y humanista austríaco, y uno de los científicos más connotados por ser autor de la más famosa ecuación de la mecánica cuántica, base de la física moderna (“*Schrödinger equation*”), por la que recibió el Premio Nobel, analiza, en sus obras (1944, 1954, 1958), la naturaleza de la ciencia física en sí misma y sus *limitaciones* a la hora de ser aplicada a la complejidad de los *seres vivos*. Su obra “*What is life?*” (1944/1967), sobre todo, fijó una piedra miliaria en la historia de la ciencia. Schrödinger (1967) llega a un consejo o sugerencia final, que es el siguiente: “*la actitud científica tiene que ser reconstruida, la ciencia debe rehacerse de nuevo. Esta atención y solicitud es una necesidad*” (*scientific attitude would have to be rebuilt, science must be made anew. Care is needed*) (p.122). Igualmente, Heidegger dice que “las distintas disciplinas necesitan poner a la investigación sobre nuevos fundamentos” (1974: 19).

También Popper clarifica esta posición, al decir:

En los años veinte comprendí lo que la revolución einsteniana significó para la epistemología: si la teoría de Newton, que estaba rigurosamente probada, y que se había corroborado mejor de lo que un científico nunca pudo soñar, se reveló como una hipótesis insegura y superable, entonces no había ninguna esperanza de que cualquier teoría física pudiese alcanzar más que un *estatus hipotético*, o sea una aproximación a la verdad (en: Rivadulla, 1986: 297).

2. ONTOLOGÍA CLÁSICA Y ONTOLOGÍA HOY

2.1. El modelo lógico-positivista

La orientación tradicional del conocimiento es la que ha venido a llamarse “*modelo especular*”. Su *idea central* expresa que fuera de nosotros existe una realidad totalmente hecha, acabada y plenamente externa y objetiva, y que nuestro aparato cognoscitivo es como *un espejo que la refleja* dentro de sí.

Este modelo es el que ha sido adoptado por los autores de orientación positivista. Para lograr –según ellos– plena objetividad, absoluta certeza y una verdad incuestionable, los positivistas de los últimos tres siglos (Locke, Hume, Berkeley, J.S.Mill, Comte, Mach y otros) se apoyaron en el análisis de la *sensación* como en piedra segura (*epi-steme*), tratando de establecer un *origen sensorial* para todos nuestros conoci-

mientos. Estos autores crearon el aforismo: “*nada se da en el intelecto que antes no haya estado en los sentidos*”.

De esta manera, y siendo muy lógicos, consideraban que sólo las sensaciones o experiencias sensibles eran un fenómeno adecuado para la investigación científica; sólo lo verificable empíricamente sería aceptado en el cuerpo de la ciencia; la única y verdadera relación verificable sería la de causa y efecto; la explicación de las realidades complejas se haría identificando sus *componentes*: partículas, genes, reflejos, impulsos, etcétera, según el caso; los términos fundamentales de la ciencia debían representar entidades concretas, tangibles, mensurables, verificables, de lo contrario, serían desechados como palabras sin sentido; las realidades inobservables habría que “*definirlas operacionalmente*” para poderlas medir; los modelos matemáticos, basados en datos bien medidos, serían los ideales para concebir y estructurar teorías científicas.

El modelo especular—a pesar del “error epistémico” que implica, al considerar que nuestro aparato cognoscitivo es básicamente *pasivo*— ha sido aplicado prevalentemente y en forma exitosa en la ciencia y tecnología de los cuerpos de tamaño intermedio; a él se ha atribuido, en gran parte, el avance tecnológico de los últimos siglos. Se ha demostrado, en cambio, inadecuado para el estudio del mundo submicroscópico (estudio del átomo), el mundo de la vida y el mundo macroscópico (estudio astronómico).

2.2. La “Teoría de Ser” Hoy

Según Fritjof Capra, en las mismas entrañas de la física, las *partículas subatómicas están compuestas dinámicamente las unas por las otras*, de suerte que cada una de ellas comprende a todas las demás. Como dice Heisenberg (1975), “el mundo parece un complicado *tejido* de acontecimientos en el que toda suerte de conexiones se alternan, se superponen o se combinan y de ese modo determinan la *textura* del conjunto” (p. 88).

El problema más profundo de naturaleza *ontológica*, es decir, de la naturaleza básica y fundamental de la realidad, tiene una historia tan antigua como la del *homo sapiens*. En los últimos tiempos, desde fines del siglo XIX hasta nuestros días, hay *tres esfuerzos mayores* en esta dirección: el “*Movimiento de la Unidad de la Ciencia*”, los *intentos de Einstein* y la “*Teoría de las Supercuerdas*”, también llamada por algunos “*Segunda Teoría de la Unificación de la Ciencia*”.

El primero intentó unificar los dominios racional y empírico a través del *positivismo lógico*, y fracasó debido al *reduccionismo* extremo que implicaba: *reducía* lo social a lo psicológico, lo psicológico a lo biológico, éste a lo químico y lo químico a lo físico, terminando en un *mecanicismo universal*. Einstein, por su parte, dedicó gran parte de su vida a la conciliación entre la *Teoría General de la Relatividad* con la *Teoría de la Física Cuántica*, sin lograrlo. Según algunos científicos, eso era tan imposible como integrar la teoría de que la Tierra es plana con la teoría de que es redonda. Y, el tercero, la "*Teoría de las Supercuerdas*", según algunos (ver Brian Greene: *The Elegant Universe*, 2000: 3-20, 373-387), pudiera lograr lo que no logró Einstein. Por ello, vamos a dedicarle un mayor espacio.

Teoría de las Supercuerdas. Esta teoría (vista por algunos científicos como la teoría fundamental y "*definitiva*" de la física: Weinberg, 1992; Witten, en Greene, 2000: *pássim*) sostiene que lo más íntimo de toda materia o realidad está constituido por once "*dimensiones*" (10 más el tiempo) y que toda realidad (química, biológica, psicológica, social, política, etc.) no podrá entenderse sin tener en cuenta esta base y leyes de la física, que son válidas tanto para lo infinitamente pequeño (como son los *protones, neutrones, electrones, quarks*, etc.), como lo infinitamente grande (como las estrellas, los agujeros negros y las galaxias).

Pero esta *teoría* señala que la materia última del cosmos está constituida por "*patrones de resonancias armónicas y sus vibraciones*" (*cuerdas*) como las que emite un violín o un piano (*ibídem*). Así, no habría músicos (y ni siquiera violín o piano) sino sólo *música*, no habría danzantes sino sólo *danza*, y, en general, no habría actores sino sólo *acciones*; y a estas últimas entidades físicas se llegaría por medio de *construcciones lógico-matemáticas*, es decir, no tienen un significado especial aparte de su definición o ecuación matemática de fuerzas gravitacionales y electromagnéticas, como las ejercidas por el Sol, la Luna, los planetas del sistema solar y otros cuerpos del macrocosmos. La teoría es defendida diciendo que es *una teoría demasiado bella (matemáticamente) para ser errónea*. (Horgan, 1998: 89-100; 258-260).

Pero lo que se preguntan los que la cuestionan (verlos en Greene, 2000) es si *todo* (incluyendo los seres vivos y las diferentes realidades humanas) se puede *reducir* a eso, es más, si eso corresponde a algo. El problema que plantea esta teoría y su intento de la unificación de la ciencia, a parte de que la mayoría de los físicos difieren (hay cinco subteorías

diferentes) en definir qué es exactamente una “*supercuerda*” (una imagen, una *metáfora*, una analogía, una alegoría, un *modelo*, etc.) y aun cuando se trate de una teoría realmente “elegante y bella” (aspecto, ciertamente, muy importante), es que no existe manera de “*verificarla*” experimentalmente, sino sólo parcialmente algunos de sus aspectos, lo cual indica que no se está siguiendo realmente el *método científico*, como lo exige la verdadera ciencia, y se va adelante aplicando y *creyendo* en una *mera consistencia matemática*.

En este sentido, Brian Greene (2000), en su excelente obra, líder en la divulgación de la teoría, es muy prudente y tiene en cuenta estas observaciones diciendo que “los hallazgos de esta teoría marcan el comienzo y no el fin... del estudio de la riqueza y *complejidad* de nuestro universo” (*ibidem*, p. 17), cosa muy diferente de lo que difunden otros investigadores, que opinan que la *teoría de las supercuerdas* es la *última teoría*, la *teoría del todo* (*theory of everything: TOE*) y que resolvió ya todos los problemas, a todos los niveles y para siempre.

Por esto, si no se aportan pruebas amplias y concluyentes, lo cual parece resultar imposible, especialmente en su aplicación a las ciencias humanas, nos estaremos moviendo, más que en el ámbito *físico*, en el *filosófico*, por no citar a otros insignes científicos, como Freeman Dyson (1988), que simplemente afirman que se trata de una *fantasía poética*.

Como le dijo el físico cuántico y Premio Nobel danés, Niels Bohr, a Heisenberg: “Cuando se trata de *átomos*, el lenguaje sólo se puede emplear como en *poesía*; al poeta le interesa no tanto la descripción de hechos cuanto la creación de *imágenes*” (Bronowski, 1979: 340).

2.3. El Problema de las Realidades Complejas

Según Edgar Morin (en sus diferentes obras desde 1981 al 2000)—la “*complejidad*”:

- es un *tejido* (de *complexus*: lo que está tejido en su conjunto) de *constituyentes heterogéneos inseparablemente asociados*;
- presenta la relación paradójica entre lo *uno* y lo *múltiple*;
- tiene una dimensión *sistémico-organizacional*;
- es una *constelación* de propiedades y comprensiones diversas;
- comporta diversas “*dimensiones*”, trazos diversos, pero indistinción interna;

- lo complejo admite la *incertidumbre* y, mientras mayor sea la complejidad, mayor es el peso de la incertidumbre;
- su futuro, generalmente, es *impredecible*;
- lo complejo no es determinista, ni lineal, ni estable;
- los fenómenos complejos no se rigen por leyes universales e inmutables, especialmente en los dominios biológicos, ecológicos y humanos;
- lo complejo se construye y se mantiene por la *auto-organización*;
- es un *sistema abierto* y está siempre en proceso de cambio que revela, a veces, *autonomía* y, a veces, *dependencia*, por eso, está lejos del equilibrio;
- y produce *emergencias* con propiedades *nuevas* que no existían previamente en los elementos aislados.

Evidentemente, como nuestras realidades cambian según nos encontremos en un nivel de diferente organización o campo (físico, químico, biológico, psicológico, social, cultural o espiritual), el tipo de *tejido*, de *red* o de *trama*, mantendrá su *sistema dinámico general*, pero cambiará siguiendo aquel sabio adagio “*mutatis mutandis*”, válido para todas las *analogías o modelos*; es decir, que una estructura dinámica o sistema en cada una de esas áreas, aun manteniendo la *idea matriz* del mismo concepto de *complejidad*, en realidad no tienen nada exactamente igual: una estructura arquitectónica, una estructura psicológica, una estructura social o política, etc., tienen mucho en común, sin que tengan nada igual. ¡Y aquí es donde se complica su estudio! Es más, ésa es la fuente de muchas incomprensiones recíprocas y de discusiones sin fin. Ciertamente, las *ciencias de la complejidad* son un *tipo nuevo de racionalidad científica* exigido por el mundo actual y su futuro. Los autores, sus teorías, sus conceptos y sus lógicas en los aspectos histórico, metodológico, heurístico y político merecen gran atención. Su lenguaje es altamente técnico y especializado y no existe una única definición del concepto de *complejidad*.

El término de “*ciencias de la complejidad*” fue acuñado a raíz de la fundación del *Instituto Santa Fe* (Nuevo México, EE.UU) dedicado al estudio de los fenómenos, comportamientos y sistemas que exhiben *complejidad*; están marcados por inestabilidades, fluctuaciones, sinergia, emergencia, autoorganización, no-linealidad, bucles de retroali-

mentación positiva y negativa, equilibrios dinámicos, rupturas de simetría o cercanos al caos.

Las principales teorías relacionadas con la complejidad son la “*teoría de las estructuras disipativas en la termodinámica*”, desarrollada por Ilya Prigogine (1970); la “*teoría del caos*”, de E. Lorenz (1963); la “*geometría de fractales de la naturaleza*” de Mandelbrot (1977), la “*teoría de las catástrofes*” de René Thom (1980) y la “*teoría del orden implicado*” de David Bohm (1980). A continuación, ilustraremos la teoría de Prigogine y, más adelante, la aplicación que hace el Premio Nobel Gell-Mann integrándolas, en cierto modo, todas, con su “*sistema adaptativo complejo*”, en la obra “*El quark y el jaguar. Aventuras de lo simple y lo complejo*” (1994).

Todas estas teorías siguen unas *lógicas no-clásicas, no-lineales*, entre ellas, la *lógica paraconsistente*, la *lógica de la relevancia*, la *lógica modal*, la *lógica polivalente*, la *lógica difusa*, la *lógica temporal*, la *lógica cuántica*, etc. Y todas hacen “mediciones”, a veces cuantitativas y, frecuentemente, “*mediciones cualitativas*”.

3. VÍAS ONTO-EPISTÉMICAS QUE “MARCAN EL FUTURO”

Como solía decir Carl Friedrich von Weizsäcker (1972: *pássim*; quien hizo notables aportaciones al campo de la física, la filosofía, la ética y la religión), “la naturaleza es anterior al hombre” (prioridad *ontológica*), “pero el hombre antecede a la ciencia sobre la naturaleza” (prioridad *epistemológica*); “*pienso, luego existo*” (*cogito ergo sum*”), solía decir René Descartes (en su célebre *plagio* 2). Esta proposición nos dice que no podemos eludir la *antinomía* sujeto-objeto: *el conocimiento siempre será el fruto de esa interacción entre los 200 millones de sensores externos (de los cinco sentidos) y la actividad integradora, constructiva y estructurante de nuestra mente*, que trabaja como una orquesta.

3.1. Teoría de las “estructuras disipativas” de Ilya Prigogine

En la naturaleza de los seres vivos se da una “*tendencia al orden*”, ya que son *sistemas abiertos*. Ésta es la tesis fundamental de Ilya Prigogine (1986, 1988), la que le hizo acreedor del Premio Nobel, y está relacionada con su “teoría de las estructuras disipativas”.

Prigogine, de nacionalidad belga, pero nacido en Rusia, fue galardonado en 1977 con el Premio Nobel de Química y en esa ocasión el Comité Evaluador informó que lo honraba con tal premio por crear teorías que salvan la brecha entre varias ciencias, es decir, entre varios niveles y realidades en la naturaleza. Esta teoría desmiente la tesis de la ciencia tradicional, para la cual la emergencia de lo nuevo era una pura ilusión, y que consideraba la vida en el Universo como un fenómeno fruto del azar, raro e inútil, como una anomalía accidental en una lucha quijotesca contra el absoluto dictamen de la segunda ley de la termodinámica y de la entropía, que terminaría inexorablemente en la muerte térmica como perspectiva final. Prigogine invierte completamente este modo de ver las cosas.

La teoría de Prigogine resuelve el enigma fundamental de cómo los seres vivos “van hacia arriba” en un universo en que todo parece “ir hacia abajo”. En efecto, los seres vivos son sistemas abiertos, es decir, en *interacción* con su medio ambiente, y que decrecen o disminuyen su entropía precisamente a expensas de su entorno ambiental. Esta teoría no se refiere exclusivamente a ciertos aspectos intrincados de la ciencia, como lo hace, por ejemplo, la teoría cuántica, sino que se relaciona con aspectos relevantes de la vida cotidiana. Ofrece un modelo científico de transformación a todo nivel, ya que explica el rol crítico de la “*tensión*” en la transformación y su ímpetu en la naturaleza.

Los principios que rigen las *estructuras disipativas* nos ayudan a entender los profundos cambios en psicología, aprendizaje, salud, sociología y aun en política y economía. La teoría, por ejemplo, ha sido utilizada por el Departamento de Transporte de Estados Unidos para prever el flujo del sistema de tráfico, y científicos de las más variadas disciplinas la emplean en sus especialidades. Es más, el insigne y excepcional biólogo Teodosio Dobzhansky pensó en esta misma línea de reflexión cuando unió (antes de 1960) la teoría *creacionista* y la teoría *evolucionista*, al decir que “*la Evolución es el método de creación de Dios; que las evoluciones cósmica, biológica y cultural son ultimadamente partes de un mismo y único proceso creativo*” (en Margenau, 1984: 35).

Para comprender la idea central de la teoría, recordemos que en un nivel profundo de la naturaleza nada está fijo; todo está en un movimiento continuo; aun una roca es una danza continua de partículas subatómicas. Por otra parte, algunas formas de la naturaleza son *sistemas abiertos*, es decir, están envueltos en un cambio continuo de energía con el medio que los rodea. Una semilla, un huevo, como cualquier otro ser

vivo, son todos sistemas abiertos. Prigogine llama a los sistemas abiertos “*estructuras disipativas*”, es decir, que su forma o estructura se mantiene por una continua “disipación” (o consumo) de energía.

Cuanto más compleja sea una estructura disipativa, más energía necesita para mantener todas sus conexiones. Por ello, también es más vulnerable a las fluctuaciones internas. Se dice, entonces, que está “más lejos del equilibrio. El continuo movimiento de energía a través del sistema crea las fluctuaciones. Si éstas alcanzan un cierto nivel crítico, “perturban” el sistema y aumenta el número de nuevas interacciones en el mismo. Los elementos de la vieja estructura entran en una nueva interacción unos con otros y realizan nuevas conexiones, y, así, *las partes se reorganizan formando una nueva entidad: el sistema adquiere un orden superior*, da “*un salto cuántico*”, más integrado y conectado que el anterior; pero éste requiere un mayor flujo de energía para su mantenimiento, lo que lo hace, a su vez, menos estable, y así sucesivamente.

Prigogine, en su obra *Del caos al orden* (1984), expone que su teoría ayudará a colmar el vacío existente entre las *Ciencias* y las *Humanidades* y supondría el “reencantamiento” de la naturaleza; es decir, no tendríamos una *fisicalización* de las Humanidades, sino una *humanización* de las Ciencias Naturales. Y este concepto es el que enfatiza el Jurado en el momento de otorgarle el Nobel. El futurista Alvin Toffler, que prologa la obra, compara al autor con Newton y profetiza que la ciencia del futuro, de la *tercera ola*, será una ciencia *prigoginiana* (Horgan, 1998: 276).

3.2. El Paradigma Sistémico como instrumento hermenéutico

Frecuentemente, en el estudio de las Ciencias Sociales, sobre todo, se señala que el enfoque que hay que adoptar debe ser *bio-psico-social*. Sin embargo, debería arrancar “más abajo” y también subir “más arriba” de eso, adoptando una visión más poliédrica: *física-química-biológica-psicológica-social-cultural-y-espiritual*; nuestras investigaciones deben consistir, precisamente, en determinar el *nivel* y *rol* que juega cada uno de esos constituyentes en la *configuración* del todo en que están integrados.

“Si observamos nuestro entorno –dice el epistemólogo Aracil (1986: 13)–, vemos que estamos inmersos en un mundo de *sistemas*. Al considerar un árbol, un libro, un área urbana, cualquier aparato, una comunidad social, nuestro lenguaje, un animal, el firmamento, en todos

ellos encontramos un rasgo común: se trata de entidades complejas, formadas por *partes en interacción mutua*, cuya identidad resulta de una adecuada armonía entre sus constituyentes, y dotadas de una sustantividad propia que trasciende a la de esas partes; se trata, en suma, de lo que, de una manera genérica, denominamos *sistemas*". Y Ludwig von Bertalanffy añade: "desde el átomo hasta la galaxia, vivimos en un mundo de sistemas" (1981:47): en el macrocosmos, en el cosmos y en el microcosmos. Según Capra (1992), en la *Física*, "todas las partículas se componen dinámicamente unas de otras de manera autoconsistente, y, en ese sentido, puede decirse que 'contienen' la una a la otra". Dobzhansky (1967), en el campo de la *Biología*, ha señalado que el genoma, que comprende tanto genes reguladores como operantes, trabaja como una orquesta y no como un conjunto de solistas. También Köhler (1963), para la *Psicología*, solía decir que "en la estructura (red, sistema) cada parte conoce dinámicamente a cada una de las otras". Y Ferdinand de Saussure (1954), para la *Lingüística*, afirmaba que "el significado y valor de cada palabra está en las demás". Es decir, que en la realidad física, biológica, psicológica y lingüística encontramos una estructura *sistémica*.

Si la significación y el valor de cada elemento de una estructura dinámica o sistema está íntimamente relacionado con los demás, si todo es función de todo, y si *cada elemento es necesario para definir a los otros*, no podrá ser visto, ni entendido, ni medido, "en sí", en forma aislada, sino a través de la *posición* y de la *función* o *papel* que desempeña en la estructura.

En forma sencilla, pero completa, esto mismo lo había expresado ya Blas Pascal en su hermosa obra *Pensamientos* (1669: N. 72): "Siendo todas las partes causadas y causantes, ayudadas y ayudantes, mediatas e inmediatas, y siendo que todas se mantienen entre sí por un vínculo natural e insensible que une a las más alejadas y más diferentes, tengo por imposible conocer las partes sin conocer el todo, así como también conocer el todo sin conocer singularmente las partes". Nótese la parte *ontológica* (la primera) y la *epistemológica* (la segunda), y la interacción entre ambas.

Y, en una forma más técnica y filosófica, lo describió Kant, un siglo después (1787): Puesto que esta facultad de *síntesis* se debe llamar "*entendimiento*", para distinguirla de la "*sensibilidad*", resulta siempre que es un acto intelectual todo *enlace, unidad o liga* (*Verbindung*), consciente o inconsciente, ora abraza *intuiciones* o conceptos diversos, ora sean o no sensibles estas *intuiciones*. Llamaremos este acto en general *síntesis*

para hacer notar con esto que no podemos representarnos nada *enlazado* en el objeto sin haberlo hecho antes nosotros mismos, y que de todas las representaciones *el enlace es la única que no puede ser dada por los objetos, sino solamente por el sujeto mismo...* El *enlace* es la representación de la *unidad sintética de la diversidad...*

Pero, ¿quién puede conocer todas las partes y también el todo? Sólo aquel que buscaba Platón, en el diálogo *Fedro* –que no sabemos si lo encontró– cuando escribió: “Si encuentro a alguien capaz de ver las cosas en su *multiplicidad* y, al mismo tiempo, en su *unidad*, ése es el hombre al que yo busco como a un dios”. Pero eso requiere ver las cosas en un amplio horizonte.

Esta situación es la que llevó al eminente físico Fritjof Capra (2010)–según su propia confesión– a tener que ir más allá de la física y buscar un *marco conceptual más amplio*, y a darse cuenta de que las cuestiones sociales principales –salud, educación, derechos humanos, justicia social, poder político, protección del medioambiente, gestión empresarial, economía, etc.– todas tenían que ver con los *sistemas vivos*: con los seres humanos individuales, con los sistemas sociales y con los ecosistemas. Ese *marco conceptual más amplio* lo ha desarrollado e ilustrado en forma ejemplar Gregory Bateson (1972, 1980). Según Bateson, necesitamos una revisión y reformulación muy profunda de nuestros propios *hábitos de pensamiento*. Somos portadores de unas *patologías* de nuestra civilización que radican en “*epistemologías erradas*”, enraizadas en lo más profundo de nuestros modos de conocer. Debemos observar no puntos, sino “*redes de relaciones*” y, al mismo tiempo, las *complejidades* entre los diferentes “*niveles de conexión*”. De esta forma, la mirada de Bateson se desplaza desde los *objetos* hacia las *relaciones* y hacia las diversas y *paradojales formas de interacción* entre esas relaciones.

La teoría de los sistemas adaptativos complejos

Un “*sistema adaptativo complejo*” es un tipo especial de sistema complejo; es *complejo* en el sentido de que es diverso y conformado por múltiples elementos interconectados; y es *adaptativo*, porque tiene la capacidad de cambiar y aprender de la experiencia.

La expresión «sistema adaptativo complejo» (o «ciencia de la complejidad») fue acuñada –como ya señalamos– en el interdisciplinario *Santa Fe Institute* por John H. Holland (pionero), Murray Gell-Mann y

otros. La ciencia de la complejidad no es una teoría única, ya que abarca más de un marco teórico, es sumamente inter- y transdisciplinaria y busca las respuestas a algunas preguntas fundamentales sobre los sistemas vivos, adaptables y cambiables. Murray Gell-Mann (Nueva York, + 1929) es un físico estadounidense. Estudió en la *Universidad de Yale* y en el *Instituto Tecnológico de Massachusetts*. Profesor de Física Teórica, fue, incluso, miembro de la NASA desde 1964. Se le otorgó el Premio Nobel de Física en 1969 por sus descubrimientos sobre las *partículas elementales*. La teoría de Gell-Mann aportó orden al caos que surgió al descubrirse cerca de 100 partículas en el interior del núcleo atómico. Esas partículas, además de los protones y neutrones, estaban formadas por otras partículas más elementales que llamó *quarks* (y, en 1964, aclaró que tomaba este término de un poema de James Joyce, y, concretamente, de la frase rítmica “*three quarks for Mr. Mark*”). Los *quarks* se mantendrían unidos gracias al intercambio de *gluones*. Y, junto con otros investigadores, construyó la *teoría cuántica de quarks y gluones*, llamada *cromodinámica cuántica*.

Desde 1990, el interés de Gell-Mann se volcó hacia los *estudios emergentes sobre la complejidad* y jugó un papel central en la fundación del *Instituto de Santa Fe*, que se distingue por estos estudios. Además de la ciencia, Gell-Mann se interesó por otros campos como la literatura, la historia natural, la lingüística histórica, arqueología, historia y psicología.

Entre las ideas matrices de su “*teoría de los sistemas adaptativos complejos*”, están las siguientes, que, a su vez, figuran o están muy cerca del “*paradigma sistémico*”:

- *Los sistemas adaptativos complejos* son *sistemas* con capacidad para adquirir y procesar información.
- Tejen redes de nodos y conectores a través de los cuales circulan flujos de datos.
- Tienen capacidad para descomponer en bloques, una escena compleja, combinar esos bloques, construir modelos internos mediante su ensamblaje y detectar en situaciones novedosas bloques ya modelados y conocidos.
- Están compuestos por agentes (elementos activos de distinto tipo) que interactúan entre sí siguiendo un conjunto de reglas o normas y que, mediante procesos de *aprendizaje* y acumulación de *experien-*

cia, se adaptan al medio ambiente (Gell-Mann, 1994: 39; Holland, 1995: 22-25).

- Los agentes llevan a cabo entre sí interacciones agregadas que dan lugar a la emergencia o aparición de comportamientos más complejos que los que muestran por separado; por ello, un sistema adaptativo complejo es más complejo que la suma de los comportamientos de sus partes.
- Las actuaciones pueden tener para ellos consecuencias positivas o negativas; de ese modo, algunos esquemas sobreviven y prosperan, mientras que otros quedan desacreditados y son descartados.
- La simulación computacional puede ser necesaria para el estudio de los sistemas adaptativos complejos y para la búsqueda de las leyes que los rigen (Holland, 1995); pero, no pueden equipararse ni *reducirse a un conjunto de algoritmos*; los algoritmos son solo una modalidad de sistemas adaptativos complejos.

Algunos ejemplos de *sistemas adaptativos complejos* puestos por Gell-Mann (1994: *pássim*) son: un niño aprendiendo la lengua materna, una cepa de bacterias tornándose resistente a un antibiótico, un conjunto de científicos comprendiendo la validez de una teoría, un artista creando, un empresario planeando una nueva aventura comercial, un cuidador adiestrando a su perro (y el perro en su proceso de adiestramiento), alguien invirtiendo en bolsa, una sociedad adoptando nuevas pautas culturales, un ordenador programado para elaborar nuevas estrategias con las que ganar en un juego, el género humano buscando nuevas maneras de vivir, entidades sociales colectivas y organizadas, como una empresa o una tribu; todos estos casos “*constituyen sistemas adaptativos complejos en sí mismos*”.

3.3. La Inter- y Trans-disciplinariedad

En el campo académico, la *fragmentación del saber* en múltiples disciplinas no es algo natural sino algo debido a las limitaciones de nuestra mente. Ya Santo Tomás de Aquino tomó conciencia de esta realidad cuando escribió al principio de su obra máxima, la *Suma Teológica*: “*Lo que constituye la diversidad de las ciencias es el distinto punto de vista bajo el que se mira lo cognoscible*” (1964, I, q.1, a.1). Igualmente, Descartes (1973) dice que la diversidad de nuestras opiniones viene del hecho que conducimos nuestros pensamientos por *diferentes vías* y no consideramos *las mismas cosas*. En efecto, el científico está convencido de

que lo que demuestra “científicamente” constituye la verdad más firme y sólida. El filósofo piensa lo mismo cuando su razonamiento es lógico e inobjetable “filosóficamente”. Y el artista cree firmemente que con su obra de arte ha captado la esencia de la compleja realidad que vive.

También existe un punto controversial muy importante. Se considera que los instrumentos de investigación propios de las ciencias naturales (física, química y, también, matemática) no son lo suficientemente *exhaustivos* en la búsqueda de la complejidad biológica, psicológica, sociológica y otras ciencias humanas, ya que estas ciencias son muy “particulares”; pues son *sistemas abiertos* profundamente interrelacionados con el ambiente en que viven. En efecto, su estructura se define con conceptos propios, extremadamente peculiares, como la teleonomía, la invarianza, la especie, el ecosistema, el organismo, etc., dentro de los cuales están insertados otros conceptos que conforman un *sistema abierto en continua evolución y cambio*, como los conceptos de auto-organización, automantenimiento, auto-transformación, auto-renovación y auto-transferencia, todos los cuales configuran una especie de *auto-poiesis*, es decir, una especie de *auto-creación*. Sobre estos conceptos construyen las ciencias de la vida, y las ciencias humanas en general, sus propias coordenadas gnoseológicas, que son *gestálticas y estereognósticas*.

La “experiencia de verdad” transdisciplinaria. En el ámbito de la experiencia total humana, existe, además, una “*experiencia de verdad*” (Gadamer, 1984: 24-25), una vivencia con certeza inmediata, como la experiencia de la filosofía, del arte y de la misma historia, que son formas de experiencia en las que se expresa una verdad que no puede ser verificada con los medios de que dispone la metodología científica. En efecto, esta metodología usa, sobre todo, lo que John Eccles (1985) llama el *etiquetado verbal*, propio del hemisferio izquierdo, mientras que la experiencia total requiere el uso de *procesos estereognósticos y gestálticos*, propios del hemisferio derecho: este hemisferio –dice Eccles– “funciona como un cerebro muy superior, con una refinada habilidad de *estereognosia*, reconocimiento de patrones y copia” (pp. 354, 520, 521).

Gadamer (1984) señala que en los textos de los grandes pensadores, como Platón, Aristóteles, Marco Aurelio, San Agustín, Leibniz, Kant o Hegel, (hoy, añadiríamos Jorge Luis Borges, Julio Cortázar, Vargas Llosa, Thomas Mann, Camus y otros) “se conoce una verdad que no se alcanzaría por otros caminos, aunque esto contradiga al patrón de investigación y progreso con que la ciencia acostumbra a medirse”. Esto se

debe a que estos autores *no atomizan la realidad vivida*, sino que la presentan con toda la riqueza de sus variables contextuales. Por ello, esta experiencia vivencial es un auténtico conocimiento, no ciertamente como conocimiento sensorial, conceptual y racional, de acuerdo a la ciencia y según el concepto de realidad que sustentan las ciencias de la naturaleza, sino como una verdad diferente de la ciencia, aunque no inferior a ella. Por esto, Gadamer cree que “la oposición entre *lo lógico y lo estético* se vuelve dudosa” (*ibíd.* pp. 107, 139, 656).

En conclusión, ¿cómo definiríamos la *transdisciplinariedad*: “la transdisciplinariedad sería un *conocimiento superior emergente*, fruto de un movimiento dialéctico de retro- y pro-alimentación del pensamiento, que nos permite cruzar los linderos de diferentes áreas del conocimiento disciplinar y crear imágenes de la realidad más completas, más integradas y, por consiguiente, también más *verdaderas*”.

3.4. Las Tres “*Esferas Eidéticas*”: Ciencia, Arte y Ética

Para muchos científicos, como Einstein, la ciencia no busca tanto el orden y la igualdad entre las cosas cuanto unos aspectos todavía más generales del mundo en su conjunto, tales como “*la armonía*”, “*la simetría*”, “*la belleza*” y “*la elegancia*”, aun a expensas, aparentemente, de su adecuación empírica. Así es como él vio la teoría general de la relatividad.

En efecto, Hans Reichenbach (miembro del Círculo de Viena) reporta una conversación que tuvo con Einstein: “Cuando yo –dice él–, en cierta ocasión, le pregunté al profesor Einstein cómo encontró la teoría de la relatividad, él me respondió que la encontró porque estaba muy fuertemente convencido de la *armonía* del universo” (en Rogers, 1980: 238). Uno podría casi decir que Einstein no era tanto un *científico* cuanto un *artista* de la ciencia” (Clark, 1972: 648-650; *cursivas* añadidas).

También, para eminentes físicos, como el Premio Nobel Paul Dirac, la *belleza* de una teoría determinaba si ésta sería aceptada o no, aun contra todas las pruebas experimentales existentes hasta el momento; es más, Dirac sostenía que cualquiera que tuviera algún juicio debería rechazar los experimentos y considerarlos incorrectos si iban contra la *belleza* de una teoría fundamental como la Teoría especial de la relatividad.

Y Niels Bohr –como ya mencionamos– afirma que “cuando se trata de átomos, el lenguaje sólo se puede emplear como en *poesía*. Al poeta le interesa no tanto la descripción de hechos cuanto la creación de imáge-

nes...; *Sólo cuando se habla sin cesar con conceptos diferentes de las maravillosas relaciones entre las leyes formales de la teoría cuántica y los fenómenos observados, quedan iluminadas estas relaciones en todos sus aspectos, y adquieren relieve en la conciencia sus aparentes contradicciones internas*” (en Bronowski, 1979: 340).

Estas afirmaciones son más que interesantes, pues las *imágenes* que usa el poeta son como éstas: una persona tiene “un deseo ardiente”, “altos ideales”, “sólido carácter”, “una personalidad recta”, “intenciones torcidas”, “pensamiento profundo”, “actitud rígida”, revela una “negra ingratitud”, etc., etc.; y pareciera mentira que este lenguaje nos ayude—como dice Bohr— a entender las entrañas del átomo. Y es natural, pues las ciencias de la vida necesitan las intuiciones del artista.

3.5. Procesos Mentales y Lógica Dialéctica

Al tratar de explicar cómo se fue acercando hacia la formulación de su *Teoría de la Relatividad*—que constituye el aporte más genial a la ciencia, quizá, durante toda la historia de la humanidad— Einstein expresa que fue sin ningún conocimiento claro de su meta, que confiaba en la reacción de su organismo total: Durante todos aquellos días—dice— existía en mí un sentimiento de dirección, de ir derecho hacia algo concreto. Es muy difícil expresar aquel sentimiento con palabras; pero ése era decididamente el caso, y debe *distinguirse* claramente de las consideraciones posteriores sobre la *forma racional* de la solución (Rogers, 1965: 23).

También Niels Bohr refiere que, en la estructuración de la física cuántica, había obtenido sus resultados no mediante cálculos y demostraciones, sino por *endopatía y adivinación* (Heisenberg, 1975: 49,52). El enfoque de este tipo de funcionamiento racional, total, intuitivo y organísmico, va muy de acuerdo con la filosofía oriental: es un aspecto central del pensamiento *Taoísta*, como también es parte de la orientación *Zen*. Ellos señalan que “la mente verdadera no es ninguna *mente*”, como la entendemos en Occidente. También va de acuerdo con los nuevos conocimientos de la Neurociencia actual, la cual señala que el sistema *cognitivo* (los dos hemisferios) y el *afectivo* (el sistema límbico) no son independientes uno de otro, sino que forman un *suprasistema* de orden superior que integra la razón y el sentimiento. Ya Pascal (1985/1669) había señalado mucho antes esta misma idea en su famosa frase: “*le coeur a ses raisons, que la raison ne connaît point*”: “el corazón tiene razones que la razón no entiende para nada” (*Pensamientos*, VI, 277).

La lógica dialéctica supera la causación lineal, unidireccional, explicando los sistemas auto-correctivos, de retro-alimentación y pro-alimentación, los circuitos recurrentes y aun ciertas argumentaciones que parecieran ser “circulares”. Esto equivale a decir que debemos pasar de los *planes de estudio* unidisciplinarios a planes de estudio multidisciplinares, interdisciplinares y transdisciplinares, haciendo énfasis precisamente en sus *interrelaciones*.

Igualmente, son clave las ideas con que Karl Popper y John Eccles sintetizan, en su conversación de la *III Parte* de su excelente obra *El Yo y su Cerebro* (1985), ya que integraron la *Epistemología* (Popper) con la *Neurofisiología* (Eccles, Premio Nobel): “el elemento clave de mi epistemología –dice Popper– es que no hay ‘datos’ sensoriales...; lo que la mayoría de las personas considera un simple ‘dato’ es, de hecho, el resultado de un elaboradísimo proceso. Nada se nos ‘da’ directamente: sólo se llega a la percepción tras muchos pasos, que entrañan la interacción entre los estímulos que llegan a los sentidos, el aparato interpretativo y la estructura del cerebro. Así, antes de que pueda darme cuenta de lo que es un dato de los sentidos, hay un centenar... (o un millar) de pasos de toma y dame entre los sentidos y el cerebro” (pp.482-4).

Y John Eccles, refiriéndose a su investigación sobre “cómo funcionan las sinapsis”, afirma: “La esencia de mi tesis es que la mente autoconsciente no se ocupa pasivamente de la interpretación de los acontecimientos neuronales, sino que desempeña una búsqueda *activa*...de acuerdo con nuestra atención, elección, interés o tendencia..., buscando esto o aquello y mezclando los resultados de las interpretaciones de muchas áreas diferentes del cerebro de relación. De este modo, la mente autoconsciente consigue la unidad de la experiencia... con una acción de selección, búsqueda y descubrimiento, así como de integración” (p. 531).

A lo cual responde Popper: “Eso es exactamente lo que yo trataba de expresar cuando, con un sentimiento de desesperación, decía en Oxford en 1950 que creía en el espíritu de la máquina. Es decir, pienso que el yo, en cierto sentido, toca el cerebro del mismo modo que un pianista toca el piano o que un conductor acciona los mandos de su vehículo...; creo que ahora estamos muy de acuerdo. Lo que considero importante, a este respecto, es que la epistemología encaja bastante bien con nuestro conocimiento actual de la fisiología del cerebro, de modo que ambas se apoyan mutuamente” (pp. 557, 486).

3.6. Nuevas Teorías en la Física del siglo XX

En las últimas décadas, la nueva física y la reciente neurociencia nos ofrecen “hechos desafiantes” que hacen ver que la información entre partículas subatómicas circula de maneras no conformes con las ideas clásicas del principio de causalidad; que, al cambiar una partícula (por ejemplo, su *spin* o rotación: experimento EPR), modifica instantáneamente a otra a distancia sin señales ordinarias que se propaguen dentro del espacio-tiempo; que esa transferencia de información va a una velocidad superior a la de la luz; que esta información sigue unas coordenadas temporales (hacia atrás y hacia adelante en el tiempo); que el observador no sólo afecta al fenómeno que estudia, sino que en parte también lo crea con su pensamiento al emitir éste unas partículas (los *psitrones*) que interactúan con el objeto; que nada en el Universo está aislado y todo lo que en él “convive” está, de un modo u otro, interconectado mediante un permanente, instantáneo y hasta sincrónico intercambio de información. Éstos y otros muchos hechos no son imaginaciones de “visionarios”, ni sólo hipotéticas lucubraciones teóricas, sino conclusiones de científicos de primer plano, que demuestran sus teorías con centenares de páginas de complejos cálculos, incluso, matemáticos.

Hay varios Centros que cultivan todos estos estudios. Entre ellos, los más activos parecen ser el *Stanford Research Institute*, el *Institute for Advanced Studies* de Princeton, el *Instituto Santa Fe*, ya nombrado, el *Centro Europeo de Investigación Nuclear* y el *New England Complex Systems Institute*. De las múltiples publicaciones de estos institutos extraemos algunas ideas como las que siguen.

Relación entre lo psíquico y lo físico. Si profundizamos más e intentamos *ampliar el contexto de nuestro pensamiento*, podremos llegar a ciertas entrañas de la realidad de la *materia física* y su relación con la *dinámica psíquica* de nuestra mente, y, así, nutrir nuestro “*saber pensar*”. Esto lo han hecho, sobre todo, los Físicos del *Stanford Research Institute* (2010) y otros distinguidos autores. Así, entre otras afirmaciones como las ya señaladas, están las siguientes:

- Necesitamos una explicación adecuada de los fenómenos de la telepatía, telequinesis, premonición, resonancia mórfica (Sheldrake, 1990) y otros fenómenos paranormales.

- Eugene Wigner, Premio Nobel, afirma: “Los físicos descubrimos que es imposible dar una definición satisfactoria de los fenómenos atómicos sin hacer referencia a la *conciencia*”.
- La idea de que existan partículas de *energía psíquica*, semejantes a los neutrinos, actuando como portadoras de la señal telepática, tiene una base muy sólida.
- Según Bohm (1987), si cada partícula de la materia se interconecta con todas las demás por medio de la “*función psi*”, el cerebro mismo puede ser visto como infinitamente interconectado con el resto del universo y ya no haría falta que la información viaje de un punto a otro, nada necesita ir de aquí para allí porque en esa esfera no existe ningún *allí...* y la información sería *sincrónica*. Entenderíamos, por ello, fenómenos como la telepatía, la clarividencia o la psicoquinesis. Serían sucesos que, al trascender el tiempo y el espacio, no son transmitidos, sino que son simultáneos y están en cualquier parte.

Ante esta serie de informaciones, la actividad de un *pensador prudente* no puede adoptar una actitud radical de aceptarlo todo o desecharlo todo, sino la de gran apertura y la de intentar probar cada aspecto, lo cual le puede ayudar a entender muchas aristas y aclarar diferentes “dimensiones” de las interrogantes de la *polifacética complejidad* de las realidades del mundo actual.

3.7. Origen de la Vida en el Universo

Marco Tulio Cicerón, filósofo, literato y político, que fue uno de los autores que más divulgó la cultura griega en el mundo latino del Imperio Romano, y ante la proliferación de dioses, diosas y seres mitológicos que habían aparecido en las diferentes provincias del gran imperio, buscando la “*razón suficiente*” para explicar las maravillas de nuestro Universo, en el mundo astronómico, vegetal, animal y humano, postula que debe haber una “*Inteligencia de Nivel Superior Proporcionada*”, como su *causa eficiente*, y no debemos contentarnos con los “*cuentos de viejas (superstitiones paene aniles)*, y necedades”. Incluso, señala que, si no aceptamos la intervención de un Ser Supremo, sabio y poderoso, tendríamos que aceptar que todo ese mundo tan elaborado y bello, que constatamos incluso en cada uno de nuestros sentidos y órganos, es fruto de la colisión y choque fortuito del azar y movimiento de partículas casuales de materia inerte, lo cual sería algo así como si recortamos todas las letras de la *Historia de*

Roma del poeta Quinto Ennio, luego las echamos en un receptáculo, las agitamos y después las arrojamos al suelo, y saliera la historia completa de Roma; “estoy seguro –dice él– que no tendríamos ni siquiera el primer verso de esa historia por más que lo intentáramos” (*Sobre la naturaleza de los dioses*, 1970, orig. 45 a.C., pp. 159, 175).

La respuesta plena a nuestras interrogantes sobre el Universo no se reduce a una mera teoría de la física, es decir, no se trata de una simple manera de organizar los datos y predecir los acontecimientos; en realidad, la solución del enigma del Universo está más ligada con el “*secreto de la vida*”. Francis Crick (1981: descubridor con James Watson de la molécula en espiral del ADN, que, aunque no se ve a simple vista, tiene 3000 millones de peldaños) dice que “el origen de la vida nos parece un milagro, dadas las innumerables condiciones que debieron darse para que ésta apareciera” (p. 88).

“Según los cálculos de probabilidad de Fred Hoyle, astrónomo y físico británico, la generación espontánea de la vida habría tenido menos *probabilidad* que el hecho de que un tornado, a su paso por un depósito de chatarra, ensamblara un jet 747 (Horgan, 1998: 142). Es más, es tan improbable, que el Universo, desde el *Big Bang* para acá (15 mil millones de años), no ha tenido ni el *tiempo* ni la cantidad de *materia* requerida para que eso se diera una sola vez. Igualmente, se han quedado más que *cortas e insuficientes* otras teorías ideadas con el mismo fin, como la *entelequia* de Driesch, la *epigenética* de Waddington, la *homeostasis* de Monod, la *nomogénesis* de Berg, la *aristogénesis* de Osborn, la *hologénesis* de Rosa, la *telefinalidad* de Nouy, o la *progresión, holismo y teleonomía* de otros autores (Margenau, 1984: 20, 33).

En cierta ocasión, Henry Margenau, Premio Nobel de Física, le preguntó a Norbert Wiener, conocido como el padre de la cibernética, y que él definió como la “ciencia del control y la comunicación en el animal y en la máquina”: “¿Piensa usted que el último perfeccionamiento mecánico logrará alguna vez que una computadora sea algo consciente como un ser vivo?” Después de una deliberación, él me respondió: “No” (Margenau, 1984: 75).

Y Douglas Hofstadter, en su reciente y monumental obra de 900 páginas “*Gödel, Escher, Bach*” (2007), reproduce una página de un *genoma completo* (que tiene 5.562 bases constitutivas del ADN: *Adenina, Citosina, Guanina, Timina*), y señala que se necesitan unas 2000 páginas como

ésta (en que cada base es representada sólo con su inicial: A-C-G-T, sin sus enlaces y valencias) para reproducir *una sola célula* de la bacteria más simple, la *Escherichia Coli*, y “casi un millón de páginas para mostrar la secuencia básica del ADN de *una sola célula* humana” (p. 195).

En síntesis, quizá, pudiéramos decir que nuestro aparato cognoscitivo llega hasta aquello que autores, como Braithwaite (1956), llaman “*satisfacción intelectual*”, y que en todo aquello inmerso en el *misterio* y que no alcanzamos a comprender sino parcialmente, aunque lo veamos a diario, como los procesos vitales y de reproducción, muchos científicos nos aconsejan que debemos *complementar la razón con la fe* en un Dios creador, todopoderoso, sabio y bueno; idea que el mismo Immanuel Kant expresa en la *Crítica de la Razón Pura* (1973) cuando dice: “el orden magnífico, la belleza y la *previsión* que por todas partes descubrimos en la Naturaleza, son capaces por sí solos de producir la *creencia* en un sabio y magnífico Creador del Universo” (vol.I, p.141).

CONCLUSIONES

1. “Se está fraguando un nuevo tipo de saberes en los que confluyen lo racional y lo sensible, lo científico y lo estético, junto con lo ético, en múltiples juegos de lenguaje, de simetrías y de disimetrías, de azares y determinaciones, que dan nuevas identidades a los sujetos-objetos” (Vilar: 1997: 239). Por todo ello, el paradigma *sistémico* desemboca en la *complejidad* y ésta exige métodos *transdisciplinarios*.
2. Es necesario subrayar la importancia del “*Principio de Complementariedad*”, que Niels Bohr propuso ya desde 1927 para la física y, luego, en 1961, para la epistemología (Prigogine, 1994: 71). En esencia, este principio subraya la incapacidad humana de agotar la realidad con una sola perspectiva, punto de vista, enfoque, óptica o abordaje, es decir, con un solo intento de captarla. La descripción más rica de cualquier entidad, sea física o humana, se lograría al integrar en un todo coherente y lógico los aportes de diferentes personas, filosofías, métodos y disciplinas.
Este principio nos permite también entender por qué, en la historia de la ciencia, haya habido tantos calificativos diferentes de “nuestra única razón”, como los siguientes: *Recta* Razón (de Aristóteles y Sto Tomás), *Razón Calculadora* (de Hobbes), *Razón Sintética* (de Kant), *Razón Lógica* (de Husserl), *Razón Dialéctica* (de Hegel), Ra-

zón *Histórica* (de Dilthey), *Razón Vital* (de Ortega y Gasset), *Razón Práctica* (de Bergson), *Razón Instrumental, Práctica y Emancipatoria* (de la Escuela de Frankfurt) y muchas otras.

3. El principio de la complementariedad nos exige, a su vez, un *gran esfuerzo intelectual* de nuestra parte: no sólo el de adoptar la perspectiva de nuestros colegas para enriquecer la nuestra, sino también, y sobre todo, el de captar la *superposición e imbricación* de unos sistemas en otros, como, por ejemplo, la estructura del átomo en la molécula, la de la molécula en la célula, la de ésta en el órgano, éste en una persona, en la familia, en la sociedad, en la cultura, etc.
4. La física actual nos obliga a “ver o imaginar” una gran variedad de “esencias” que no son materiales, son altamente elusivas, incomprendibles para el sentido común, frecuentemente imposibles de visualización y localización, es decir, entidades elusivas como los campos de probabilidad, que son una construcción lógica puramente matemática que afecta la conducta de entidades atómicas...; éstas son “figuras” inusuales y abstractas que requieren *nuevos métodos de investigación* (Margenau, 1984: 16,39,66,97).

La nota más distintiva y específica que contradistingue al ser humano del animal es la **actividad creadora**, que no es algo reservado a personas ricamente dotadas o excepcionales: todo ser humano normal puede desempeñarse creativamente en mayor o menor grado. El pensamiento creativo consiste en el proceso de percibir elementos que no encajan o que faltan, de formular ideas o hipótesis sobre esto. El Premio Nobel de medicina Szent-Györgyi dice que “el pensamiento creador consiste en ver lo que todo el mundo ve y pensar lo que nadie piensa”. Pero la verdadera creatividad no es algo que se logra con un “taller de creatividad” o una “semana de la creatividad”. La verdadera creatividad es favorecida y propiciada por un *clima permanente* de libertad mental, una atmósfera general, integral y global que estimula, promueve y valora el pensamiento divergente y autónomo, la discrepancia razonada, la oposición lógica y la crítica fundada.

Referencias documentales

- AQUINO, Sto. Tomás de. 1964. **Suma Teológica**. BAC. Madrid.
- ARACIL, J. 1986. **Máquinas, sistemas y modelos**. Tecnos. Madrid.
- ARISTÓTELES. 1973. **Obras completas**. Aguilar. Madrid.
- BATESON, Gregory. 1972. **Pasos hacia una ecología de la mente**. Lohlé. Buenos Aires.
- BATESON, Gregory. 1980. **Espíritu y naturaleza**. Amorrortu. Buenos Aires.
- BERTALANFFY, Ludwig von. 1976. **Teoría general de sistemas**. FCE. Madrid.
- BERTALANFFY, Ludwig von. 1981. "Historia y situación de la teoría general de sistemas". En Bertalanffy, Ludwig y otros, **Tendencias en la teoría general de sistemas**. Madrid. Alianza.
- BOHM, David. 1987. **La totalidad y el orden implicado**. Barcelona. Kairós.
- BRAITHWAITE, R.B. 1965. **Scientific explanation**. Cambridge University Press. London.
- BRONOWSKI, J. 1979. **El ascenso del hombre**. Caracas. Fondo Educativo Interamericano.
- CAPRA, Fritjof. 2003. **La trama de la vida: una nueva perspectiva de los sistemas vivos**. Anagrama. Barcelona.
- CAPRA, Fritjof. 1985. **El punto crucial**. Integral. Barcelona.
- CAPRA, Fritjof. 1992. **El tao de la física**, 3ª edic. Luis Cárcamo. Madrid.
- CAPRA, Fritjof. 2002. **Las conexiones ocultas: implicaciones sociales, medioambientales, económicas y biológicas de una nueva visión del mundo**. Anagrama. Nueva York.
- CAPRA, Fritjof. 2010, 2006, 2002. **Festival Científico**, Génova (Italia). En <http://www.imre.oc.uh.cu/cmblog/?p=320>. Recuperado El 18-02-2011.
- CICERON, Marco Tulio. 1970. orig. 45 a.C. **Sobre la naturaleza de los dioses**. Aguilar. Buenos Aires.
- CIRET-UNESCO. 1997. **¿Qué universidad para el mañana? Hacia una evolución transdisciplinaria de la universidad**. Declaración y recomendaciones del Congreso Internacional sobre Transdisciplinariedad. Locarno (Suiza), Mayo 1997.
- CIRET-UNESCO. 2000. **International transdisciplinary conference**. Zurich, Febr 27- Marc 1, 2000.
- CLARK, Ronald. 1972. **Einstein: the life and times**. Avon Books. Nueva York.

- CRICK, Francis. 1981. **Life Itself**. Simon and Schuster. Nueva York.
- DAVIES, J.T. 1973 . **The scientific approach**. Academic Press. Londres.
- DESCARTES, Renè. 1973, orig. 1641. **Meditaciones Metafísicas**. Aguilar. Buenos Aires.
- DESCARTES, Renè. 1974, orig. 1637. **Discurso del método**. Losada. Buenos Aires.
- DILTHEY, W. 1976. "The rise of hermeneutics", 1900. En: Connerton, P.(ed), **Critical sociology**. Penguin. Nueva York.
- DOBZHANSKY, T. 1967. **The biology of ultimate concern**, New Am Library, Nueva York.
- DYSON, Freeman. 1988. **Infinity in All Directions**. Harper and Row. Nueva York.
- Eccles, John y Popper, Karl. 1985. **El yo y su cerebro**. Barcelona: Labor.
- ECHEVERRÍA, J. 1989. **Introducción a la metodología de la ciencia: la filosofía de la ciencia en el siglo XX**. Barçanova. Barcelona.
- FEYERABEND, Paul. 1975. **Contra el método: esquema de una teoría anarquista del conocimiento**. Ariel. Barcelona.
- Físicos del "Stanford Research Institute". 2010. Psychic powers, precognition, psychokinesis, telekinesis, en <http://translate.google.co.ve/translate?hl=es&langpair=en%7Ces&u=http://www.sri.com/about/events-past.html>. Santa Fe, Nuevo México: EE.UU. Recuperado el 23-06-2010.
- FRONDIZI, Risieri. 1971. **La universidad en un mundo de tensiones: misión de las universidades en América Latina**. Paidós. Buenos Aires.
- GADAMER, Hans G. 1977. **Philosophic hermeneutics**. University of California Press. Berkeley.
- GADAMER, Hans G. 1984. **Verdad y método: fundamentos de una hermenéutica filosófica**. Salamanca: Sígueme.
- GELL-MANN, Murray. 1994. **El quark y el jaguar. Aventuras de lo simple y lo complejo**. Tusquets. Barcelona.
- GREEN, Brian. 2000. **The Elegant Universe: superstrings, hidden dimensions, and the quest for the ultimate theory**. Random House. Nueva York.
- HABERMAS, Jürgen. 1982. **Conocimiento e interés**. Taurus. Madrid.
- HABERMAS, Jürgen. 1987. **Teoría de la acción comunicativa**. 2 vols. Taurus. Madrid.
- HABERMAS, Jürgen. 1996. **La lógica de las ciencias sociales**. Tecnos. Madrid.

- HEGEL, Georg. 1966, orig. 1807. **Fenomenología del espíritu**. FCE. México.
- HEIDEGGER, Martin. 1974. **El ser y el tiempo**. FCE. México.
- HEIDEGGER, Martin. 2005. **¿Qué significa pensar?** Trotta. Madrid.
- HEISENBERG, Werner. 1975. **Diálogos sobre la física atómica**. BAC. Madrid.
- HEISENBERG, Werner. 1958. **Physics and philosophy: the revolution of modern science**. Harper & Row. Nueva York.
- HENAGULPH, Seb. 2000. Tree pillars of transdisciplinarity, Montréal, En: <http://www.goodshare.org/pillars.htm>. Recuperado 22-04-2011
- HERTZ, Heinrich. 1956/1894. **The principles of mechanics**. Dover. Nueva York.
- HOFSTADTER, D. 2007. **Gödel, Escher, Bach**. Tusquets. Barcelona.
- HOLLAND, John H. 1995. **El orden oculto. De cómo la adaptación crea complejidad**. FCE. México.
- HORGAN, John. 1998. **El fin de la ciencia: los límites del conocimiento en el declive de la era científica**. Paidós. Barcelona.
- KANT, Immanuel. 1973, orig. 1787. **Crítica de la razón pura**, 2 vols. Losada. Buenos Aires.
- KAUFFMAN, Stuart. 2000. **Investigaciones. Complejidad, autoorganización y nuevas leyes para una biología general**. Tusquets. Barcelona. España.
- KÖHLER, W. 1963. **Psicología de la configuración**. Morata. Madrid.
- KORSINSKY, Alfred. 1937. **General semantics seminar**. Institut of General Semantics. Nueva York.
- KUHN, Thomas. 1978. **La estructura de las revoluciones científicas**. FCE. México.
- LIGHTHILL, J. 1986. **Proceedings of the Royal Society**, vol.A 407: 35-50.
- LOCK, John. 1959, orig. 1690. **An essay concerning human understanding**. Dover. Nueva York.
- MALDONADO, Carlos E.. 2004-2005. "Ciencias de la complejidad: ciencias de los cambios súbitos". **Revista Odeón**. N. 002. Bogotá (Colombia). En <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/532/53200205.pdf>, Recuperado el 25-03-2010.
- MARGENAU, Henry. 1984. **The miracle of existence**. Ox Bow Press. Woodbridge, CO.
- MARTÍNEZ, Miguel. 1998. **La investigación cualitativa etnográfica en educación**, 3ª edic. Trillas. México.

- MARTÍNEZ, Miguel. 1999a. **La psicología humanista: Un nuevo paradigma psicológico**, 2ª edic. Trillas. México.
- MARTÍNEZ, Miguel. 1999b. **La nueva ciencia: Desafío, lógica y método**. Trillas. México.
- MARTÍNEZ, Miguel. 2006a. **Comportamiento humano: Nuevos métodos de investigación**, 2ª Edic. Trillas. México.
- MARTÍNEZ, Miguel. 2006b. **Ciencia y arte en la metodología cualitativa**, 2ª edic., Trillas. México.
- MARTÍNEZ, Miguel. 2007a. **El paradigma emergente: Hacia una nueva teoría de la racionalidad científica**. 2ª edic. Trillas. México.
- MARTÍNEZ, Miguel. 2007b. **Evaluación Cualitativa de Programas**. Trillas. México.
- MARTINEZ, Miguel. 2008. **Epistemología y metodología cualitativa en ciencias sociales**. Trillas. México.
- MARTÍNEZ, Miguel. 2009. **Nuevos paradigmas en la investigación**. Alfa. Caracas.
- MASLOW, Abraham. 1970. **Motivación y personalidad**. Sagitario. Barcelona.
- MERLEAU-PONTY, Marcel. 1975. **Fenomenología de la percepción**. Península. Madrid.
- MERLEAU-PONTY, Marcel. 1976. **La estructura del comportamiento**. Hachette. Buenos Aires.
- MORIN, Edgar. 1981. **El Método I: La naturaleza de la naturaleza**. Cátedra. Madrid.
- MORIN, Edgar. 1982. **Para salir del siglo XX**. Kairós. Barcelona.
- MORIN, Edgar. 1983. **El Método II: La vida de la vida**. Cátedra. Madrid.
- MORIN, Edgar. 1984. **Ciencia con consciencia**. Anthropos. Barcelona.
- MORIN, Edgar. 1988. **El método III: el conocimiento del conocimiento**. Cátedra. Madrid.
- MORIN, Edgar. 1992. **El método IV: Las ideas**. Cátedra. Madrid.
- MORIN, Edgar. 1999. **La cabeza bien puesta**. Nueva Visión. Buenos Aires.
- MORIN, Edgar. 2000. **Los siete saberes necesarios para la educación del futuro**. Universidad Central de Venezuela. Caracas.
- NIETZSCHE, Friedrich. 1972. **Más allá del bien y del mal**. Alianza. Madrid.
- OPPENHEIMER, R. 1956. "Analogy in science", en **American Psychologist**, 11: 127-135.
- ORTEGA Y GASSET, José. 1968. **Misión de la universidad**. Revista de Occidente. Madrid.

- ORTEGA Y GASSET, José. 1981. **Investigaciones Psicológicas**. Alianza. Madrid.
- PASCAL, Blaise. 1985/1669. **Pensamientos**. Aguilar. Madrid.
- PLATON. 1972. **Obras completas**. Aguilar. Madrid.
- POINCARÉ, Jules Henri. 1978. "Mathematical Creation". En Vernon, Paul. **Creativity**. Penguin Books. Nueva York:
- POLANYI, Michael. 1966. **El estudio del hombre**. Paidós. Buenos Aires.
- POLANYI, Michael. 1969. **Knowing and being**. Routledge. London.
- POPPER, K.R. 1977. **Búsqueda sin término**. Tecnos. Madrid.
- POPPER, Karl y ECCLES, John. 1985. **El yo y su cerebro**. Labor Universitaria. Barcelona:
- POPPER, Karl. 1973. **La lógica de la investigación científica**. Tecnos. Madrid.
- PRIBRAM, Karl. (1969). **Brain and behaviour**. 4 vols, Penguin. London.
- PRIGOGINE, I. y STENGERS, I. 1984 (orig.1979). **Order out of chaos**. Bantam. Nueva York.
- PRIGOGINE, Ilya y STENGERS, Isabelle. 1986. **La nouvelle alliance: Métamorphose de la science**. 2ª edic. Gallimard. París.
- PRIGOGINE, Ilya. 1988. **Entre le temps et l'éternité**. Fayard. París.
- PRIGOGINE, Ilya. 1994. **Le leggi del caos**. Laterza. Roma-Bari.
- RACIONERO, Luis y MEDINA, Luis. 1990. **El nuevo paradigma**. Publicaciones Universitarias. Barcelona.
- REYNOSO, Carlos. 2006. **Complejidad y caos: una exploración antropológica**. SB. Buenos Aires.
- REYNOSO, Carlos. 2009. **Modelos o metáforas. Crítica del paradigma de la complejidad de Edgar Morin**. SB. Buenos Aires.
- RIVADULLA, Andrés. 1986. **Filosofía actual de la ciencia**. Tecnos. Madrid.
- ROGERS, Carl., 1965. "A humanistic conception of man". En Farson, Richard: **Science and human affairs**. Science and Behavior Books. Palo Alto, California.
- ROGERS, R. C. 1980. **El poder de la persona**. El Manual Moderno. México.
- RUSSEL, Bertrand. 1975a. **La perspectiva científica**. Ariel. Barcelona.
- RUSSEL, Bertrand. 1975b. **Los problemas de la filosofía**. Labor. Barcelona. España.
- RUSSEL, Bertrand. 1977. **El conocimiento humano**. Taurus. Madrid.
- SAUSSERE, Ferdinand de. 1954. **Cours de linguistique générale**. Payot. París.

- SCHRÖDINGER, Erwin. 1944. **What is life?: The physical aspect of the living cell.** Cambridge University Press. Cambridge.
- SCHRÖDINGER, Erwin. 1954. **Nature and the Greeks.** Cambridge University Press. Cambridge.
- SCHRÖDINGER, Erwin. 1958. **Mind and Matter.** Cambridge University Press. Cambridge.
- SCHRÖDINGER, Erwin. 1967. **What is the life? & Mind and mater.** Cambridge University Press. Cambridge.
- SHELDRAKE, Rupert. 1990. **Una nueva ciencia de la vida.** Kairós. Barcelona. España.
- SOLANA, José Luis. 2011. "El pensamiento complejo de Edgar Morin. Críticas, incomprendiones y revisiones necesarias". En **Gaceta de Antropología**, N° 27. México.
- SUPPE, F. 1979. **La estructura de las teorías científicas.** Editora Nacional. Madrid.
- THUILLIER, P. 1975. **La fundamentación de la ciencia.** Fundamentos. Madrid.
- THIOM, Renè. 1980. **Estabilidad estructural y morfogénesis.** Gedisa. Barcelona. España.
- UNESCO. 1998. **Transdisciplinarity: Towards integrative process and integrated knowledge.** Simposio en Royaumont (Francia). En: <http://firewall.unesco.org/philosophy/transdisciplinarity>. Recuperado el 12-01-2011.
- VILAR, Sergio. 1997. **La nueva racionalidad: comprender la complejidad con métodos transdisciplinarios.** Kairós. Barcelona. España.
- WATSON, J. 1980. **DNA: The Secret of Life.** Alfred A. Knopf. Nueva York.
- WEINBERG, S. 1992. **Deams of a final theory.** Pantheon. Nueva York.
- WEIRNER, Walter. 1979. **Notes on the methodology of scientific research.** Wiley. Nueva Jersey.
- WEIZSÄCKER, Carl F. 1972. **La importancia de la ciencia.** Labor. Barcelona. España.
- WITTGENSTEIN, L. 1967. **Philosophical investigations.** Macmillan. Nueva York.
- WITTGENSTEIN, Ludwig. 1967a. **Remarks on the foundations of mathematics.** Basil Blackwell. London.
- WITTGENSTEIN, Ludwig. 1967b, orig.1953. **Philosophical investigations.** Macmillan. Nueva York.
- WITTGENSTEIN, Ludwig. 1973, orig. 1922. **Tractatus logico-philosophicus** (versión bilingüe alemán-castellano). Alianza. Madrid.