

PENSAMIENTO COMPLEJO E INVESTIGACION

Rodrigo Torrealba¹



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 2.5 License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/)

"(...) La realidad objetiva se ha evaporado y lo que nosotros observamos no es la naturaleza en sí sino la naturaleza expuesta a nuestro método de interrogación"
Heisenberg

La afirmación de Adorno acerca de la totalidad como "no-verdad" y el teorema de Pascal que reza "(...) todas las cosas son causadas y causantes, ayudadas y ayudantes, mediatas e inmediatas y todas subsisten por un lazo natural e insensible que liga a las más alejadas y a las más diferentes(...)" (MORIN.1997) son quizás puntos de partida importantes para pensar la complejidad.

Edgar Morin (1997) señala que a nivel filosófico, Hegel, Marx, Bachelard y Lukacs están en la base epistemológica del paradigma de la complejidad. Bachelard, filósofo de las ciencias había descubierto que: "(...) lo simple no existe, solo existe lo simplificado. La ciencia no es el estudio del universo simple, es una simplificación heurística necesaria para extraer ciertas propiedades, ver ciertas leyes." Por su parte George Lukacs, ya había planteado la necesidad de "(...) examinar lo complejo de entrada en tanto que complejo y pasar luego a sus elementos y procesos elementales". En los orígenes más remotos Hegel y su concepto de la dialéctica como lucha de contrarios y posteriormente el materialismo dialéctico y el método marxista, con la dialéctica como método de análisis histórico, se erigen en fuentes filosóficas y metodológicas del pensamiento

¹Lic. Sociología. © Magíster en Política Educativa

complejo. Quizás, la dialógica de la complejidad representa un juego de encuentros filosóficos de pensamientos contradictorios en su origen.

El arte y la literatura aportan su grano de arena en la construcción del pensamiento complejo: Balzac, Dickens, Faulkner, Proust, Rousseau, Dostoievski emergen del siglo XIX y principios del XX para recrear conceptos y aproximaciones a la comprensión de una realidad compleja que tiene la cualidad de mutar ante el contacto con la mirada de los observadores (MORIN. 2001:11:59)

Otro afluente que contribuye al desarrollo del pensamiento complejo proviene de lo que Morin denomina la "revelación ecológica" que ya desde 1873 con Haeckel, se propone el estudio de las relaciones entre los seres vivos y la naturaleza. Más adelante, bajo la Ecosistemología de Wilden (1972), la naturaleza deja de ser algo desordenado, amorfo, pasivo para transformarse en totalidad compleja. "El hombre ya no es una entidad cerrada respecto a esta totalidad compleja sino un sistema abierto que goza de una relación de autonomía/dependencia organizativa en el seno de un ecosistema".

El pensamiento complejo, desarrolla métodos holísticos de pensar la experiencia humana recuperando el asombro ante el milagro doble del conocimiento y del misterio, que asoma detrás de toda filosofía, de toda ciencia, de toda religión, y que aún a la empresa humana en su aventura abierta hacia el descubrimiento de nosotros mismos, nuestros límites y nuestras posibilidades.

En éste sentido, la complejidad tomaría la forma y se apoderaría del lugar donde el pensamiento simplificador falla, haciéndose cargo de cierta integración que induce al orden, claridad, distinción, precisión en el conocimiento. *"Mientras que el pensamiento simplificador desintegra la complejidad de lo real, el pensamiento complejo integra lo más posible los modos simplificadores de pensar, pero rechaza las consecuencias mutilantes, reduccionistas, unidimensionales y*

finalmente cegadoras de una simplificación que se toma por reflejo de aquello que hubiere de real en la realidad.”²

Los fundamentos e implicaciones filosóficas y epistemológicas del paradigma de la complejidad, tienen un carácter transdisciplinar. Teorías, ciencias, pensamiento científico, posiciones, conversaciones, disciplinas, aproximaciones, creaciones artísticas, literarias o tecnológicas, han contribuido y continúan contribuyendo a la construcción de este paradigma emergente y continuo.

El continuo transdisciplinar de la complejidad pone de manifiesto, a decir de José Miguel Aguado³:

"(...) diversos tratamientos teóricos y metodológicos de aquellos conceptos de indudable valor epistemológico común (comunicación, información, redundancia, ruido, entropía, neguentropía, organización, orden/desorden, caos, catástrofe, atractor, auto-organización. Autopoiesis. etc.), así como los principios lógicos con que se conciben sus relaciones posibles (principio de complementariedad, principio hologramático, principio de inclusión borrosa, principios de incertidumbre e indeterminación, principio de convergencia y antagonismo, principio de orden a partir del ruido, etc.). De ese trasfondo epistemológico común y de su puesta en escena transdisciplinar se desprenden asimismo cuestiones de indudable valor para la filosofía de la ciencia: el problema de las relaciones sujeto-objeto y sujeto-sujeto (en definitiva, el problema esencialmente cognitivo de la relación sujeto-mundo), la cuestión de la autonomía organizacional, el debate sobre determinismo y linealidad, etc."

² **Introducción Al Pensamiento Complejo:**

<http://www.icfes.gov.co/espanol/proesp/pensa/pensa/INTRODUCCI%D3N%20AL%20PENSAMIENTO%20COMPLEJO.doc>

En éste contexto en el que se desarrolla el pensamiento complejo, el que invita justamente a pensar y repensar los diferentes procesos de las experiencias humanas, donde un lugar importante lo estaría ocupando la intriga, la cual en los procesos de investigación dentro de la enseñanza se anula debido a que los métodos siguen basándose en enseñar a investigar, sigue inmerso dentro del tecnicismo. En éste punto inconcluso entre el proceso de complejidad y la enseñanza Jerome Brunner decía en su autobiografía: “Me apasiona la enseñanza; disfruto, quizá de un modo narcisista, induciendo en los demás el interés por problemas que me intrigan personalmente.” Enseñar, en otras palabras, “podría definirse como compartir confusiones, para luego movilizarse juntos, cada uno desde su experiencia y poniendo sobre la mesa sus capacidades, para dilucidar la confusión, para integrar esa información a los modelos, modificándolos y creando nuevas respuestas para explicar y comprender la realidad.”⁴

En este sentido, cuando investigamos o comenzamos procesos de comprensión de fenómenos es que una perspectiva de abordaje de lo que nos interesa debiese considerar a los “objetos” **como una interacción entre los procesos ya que de alguna forma lo que nosotros observamos no es la naturaleza misma, sino la naturaleza expuesta a nuestro método de interrogación.**

Por consiguiente, cuando se definen los problemas que queremos abordar, un buen camino es no tener rutas pre definidas ya que si fuese así, queda impedida la posibilidad de que aparezcan sorpresas o elementos serendipitys, los cuales nos acercan frente a lo desconocido. Claude Bernard, uno de los precursores del método experimental de investigación, señalaba que el experimentador debe dudar, huir de las ideas fijas y conservar siempre su libertad de espíritu: la primera

³ AGUADO, José Miguel. (2001). Fundamentos epistemológicos del Paradigma de la Complejidad: Información, Comunicación y Auto-organización. <http://www.uem.es/ied/proyectos.20/01/0112:35>

⁴ Bolaños, Fernando: La investigación entre los docentes. Lima, Perú. 2001: www.reduc.cl

condición que debe llenar un investigador es conservar una completa libertad de espíritu apoyada en la duda filosófica.

Este primer punto de partida, queda abierto a los diferentes paradigmas de la ciencia, sería demasiado pretencioso intentar cerrar este punto justo aquí. Siento que es interesante poder partir de la duda inicial y la capacidad involucrar la intriga intriga, de no sesgarse a estructuras preconcebidas que puedan inhibir la posibilidad de emprender una travesía interior, **de ese detalle que se encuentra dentro de mundo**, que supone una eterna despedida que solo podré reencontrar a partir de una frase de Heidegger que dice *“El pensar abre un camino, es aventurarse por lo no evidente⁵”*.

PENSAMIENTO COMPLEJO Y FRACTALES

Pensamiento complejo en Investigación

En este contexto, lo holístico es muy bien definido por David Bohm, uno de los principales investigadores de la teoría cuántica, quien señala : *“llegamos a un nuevo concepto de inquebrantable totalidad, que niega la idea clásica del análisis del mundo en partes separadas e independientes...”* El concepto clásico usual de que las “partes elementales” independientes son la realidad fundamental del mundo y que los diversos sistemas sean meramente formas y ordenamientos particulares de esas partes ha sido invertido. En lugar de ello decimos más bien que; la realidad fundamental es la inseparable interrelación cuántica de todo el universo y que las partes que parecen funcionar de un modo relativamente independiente, son simplemente, formas contingentes y particulares dentro **de todo ese conjunto**

A nivel atómico los “objetos” solamente pueden ser comprendidos en términos de una interacción entre los procesos de preparación y de medición. El final de esta

⁵ IDEM

cadena será siempre la consciencia del observador humano. Lo que nosotros observamos no es la naturaleza misma, sino la naturaleza expuesta a nuestro método de interrogación.

Por lo tanto, el observador decide cómo va a establecer la medición y esta decisión determinará hasta cierto punto las propiedades del objeto observado. Si se modificaran las características del experimento las propiedades del objeto observado cambiarían a su vez.

Al igual que en la física atómica, en las ciencias sociales el científico no puede jugar el papel de un observador imparcial objetivo, sino que se ve involucrado e inmerso en el mundo que observa hasta el punto en que influencia las propiedades de los objetos observados. Por lo tanto, la subjetividad es más que la totalidad y la totalidad es más que la subjetividad.

En una entrevista a E. Morin dijo: Recuerde el pensamiento de Pascal: *"siendo todas las cosas causadas y causantes (...) yo tengo por imposible conocer las partes sin conocer el todo, así como conocer el todo sin conocer particularmente las partes"*. El todo y las partes están organizados, relacionados de manera intrínseca. Esto muestra cómo toda organización hace surgir *calidades nuevas*, que no existían en las partes aisladas y que son *las emergencias organizacionales*. La concepción de estas emergencias es fundamental, si se quiere comprender la relación de las partes con el todo y del todo con las partes. *La emergencia* posee, como tal, virtud de *acontecimiento* y de *irreductibilidad*; es una cualidad nueva intrínseca que no se deja descomponer, y que no se deduce de los elementos anteriores. Se impone luego como *hecho*: dato fenomenal que el entendimiento debe constatar de entrada. Esta idea se encuentra profundizada en otro operador del pensamiento complejo que llamo *el principio hologramático*, el cual reza: "no sólo las partes están en el todo, sino que el todo está en el interior de las partes". El ejemplo genético muestra que la totalidad del patrimonio hereditario se encuentra en cada célula singular. El ejemplo sociológico muestra

que la sociedad, como todo, hállese en cada individuo, en calidad de todo, a través de su lenguaje, de su cultura, de sus normas⁶

Por lo tanto, cuando (re) pensamos la investigación , ésta puede ser entendida desde la complejidad creciente, la que se relaciona estrechamente con la globalización y que supere la tendencia estructural de los seres humanos, a la tipificación y la simplificación, ahora bien, esto no quiere decir que la complejidad niegue lo particular o la subjetividad para ello existen lugares pero no comunes cerrados y autorreferentes, ni relaciones unívocas sino que en un mundo globalizado la comprensión de éste, de lo local, de la investigación, pudiese ser entendida dentro de una red cuyo valor esta centrado en la integración siempre y cuando (no en términos deterministas) sea capaz de ser parte o integrarse dentro de una multiplicidad de referencias y significados, donde el sistema este cambiando constantemente, donde sus partes o subsistemas se adapten a las nuevas significaciones de su propia naturaleza⁷.

FRACTALES: EL DETALLE DENTRO DE UN MUNDO

"Hay un trozo de azul que tiene más intensidad que todo el cielo"

Alfonso Cortés

Fractal es un término introducido por Benoit Mandelbrot en la década de los 60, procede del vocablo latino fractus que significa "romper", y más específicamente "dividir" para crear fragmentos irregulares. (MUÑOZ. 2001)⁸.

Los fractales forman una vasta familia de objetos matemáticos cuyo

⁶ <http://www.jalisco.gob.mx/srias/educacion/consulta/educar/05/complejo.html>

⁷ <http://personal1.iddeo.es/lbouza/arregui3.htm>

⁸ MUÑOZ, Francisca y MEZA, Rhodrigo. (2001) Descubriendo los Fractales. http://www.dcc.uchile.cl/~franmuno/Nubes_Fractales/Nube1/17/01/2001

comportamiento puede enmarcarse en la teoría geométrica de la medida y permite estudiar objetos naturales muy diversos.

Un fractal es un objeto geométrico cuya estructura básica se repite en diferentes escalas. En muchos casos los fractales pueden ser generados por un proceso recursivo o iterativo capaz de producir estructuras autosimilares independientemente de la escala específica. Los fractales son estructuras geométricas que combinan irregularidad y estructura. Aunque muchas estructuras naturales tienen estructuras de tipo fractal. Un fractal matemático es un objeto que tiene por lo menos una de las siguientes características: tiene detalle en escalas arbitrariamente grandes o pequeñas, es demasiado irregular para ser descrito en términos geométricos tradicionales, tiene auto-similitud exacta o estadística, su dimensión de Hausdorff-Besicovitch es mayor que su dimensión topológica, o es definido recursivamente. El problema con cualquier definición de un fractal es que existen objetos que uno quisiera llamar fractal, pero que no satisfacen todas las propiedades anteriores. Por ejemplo, fractales de la naturaleza, como nubes, montañas, y vasos sanguíneos, tienen límites inferiores y superiores en detalle; no existe un término preciso para "demasiado irregular"; existen diferentes maneras para definir "dimensión" con valores racionales; y no todo fractal es definido recursivamente. Los fractales estocásticos están relacionados con la teoría del caos.

Los objetos fractales se estudian en una nueva rama de las Matemáticas que recibe el nombre de Geometría Fractal, ésta, en contraposición a la Geometría Diferenciable -Euclideana-, no pierde la perspectiva del objeto en cada escala de observación, realiza el análisis local del objeto sin necesidad de suavizar el mismo, esto es, aproximar la forma geométrica compleja mediante otras más simples como rectas, planos, etc., perdiendo la perspectiva global del objeto geométrico al realizar un análisis localizado. (DE AZARRA. 2001)⁹

⁹ DE AZARRA, Felix (2001). Geometría Fractal. <http://www.usuarios.com/ib305611/matemati.htm> 23/01/2001

En este extraño objeto geométrico, matemáticamente sencillo de obtener, subyacen propiedades realmente sorprendentes. El observar un Fractal con detalle puede revelar resultados fascinantes: parece que el contorno de la figura está compuesto de infinitas auto-réplicas, a todas las escalas, a las que sea posible intentar explorar. Por más que se intente acercarse al foco de observación, por más reducido que sea el entorno escogido para visualizar la imagen, nunca se alcanza un límite en el cual quede una simple curva, por el contrario, a mayor detalle, la complejidad caótica de la curva parece infinita. (S/a. 2001).

Este tipo de figura cuyo comportamiento es tan caótico como de singular belleza, fue descrito por los matemáticos del siglo XIX como "Monstruos Matemáticos", por ser objetos con propiedades geométricas que escapan al comportamiento lineal, predecible, previsible, aburrido... Un sistema caótico es, sin lugar a dudas, mucho más difícil de tratar; pero mucho más divertido. Sin la presencia del caos no habría sorpresa y no existiría la posibilidad de irrumpir en nuevos estados ordenados de figuras complejas para describir dentro del macroorden de la naturaleza, el microcaos del proceso íntimo de formación de figuras fascinantes, llenas de sorprendentes patrones de simetría.

Fue precisamente Mandelbrot quien planteándose el problema de medir el largo total de la costa de Gran Bretaña, descubrió que el problema es menos trivial de lo que parece. A simple vista, para medir una costa cualquiera, vemos que existen ciertas irregularidades que deben ser abordadas por separado, como golfos, penínsulas, y otras más pequeñas. Cada una de éstas es a su vez, otra secuencia de zonas medianamente planas con pequeñas irregularidades inmersas, que deben nuevamente ser estudiadas aparte. El largo total de la costa -obviamente- dependerá de que cuánto detalle se incluyan en las irregularidades. Esto indica que la longitud de los objetos fractales no tiene un valor determinado, su longitud depende de la unidad que se escoja para realizar la medición. (MUÑOZ. 2001)

Esta fue la primera vez que se analizaron líneas contenidas en un área finita, pero

de largo infinito, lo que constituye una de las principales características de los fractales.

El problema de la medición de la longitud de la costa, se conectaba intuitivamente al de la dimensión de estas nuevas figuras. El concepto natural de dimensión es que un punto tiene dimensión 0, una recta dimensión 1, una superficie dimensión dos y un volumen dimensión 3. Sin embargo, era necesario encontrar una forma más sofisticada de definir dimensión, conservando el concepto euclidiano, pero adaptándose a estos nuevos entes matemáticos. Tomando como base el trabajo realizado por Hausdorff en 1919 y modificado por Besicovitch en 1935, se definió un nuevo concepto de dimensión para el área de los fractales que es llamado de Hausdorff-Besicovitch. Con este método, se obtienen adecuadamente las dimensiones de las figuras conocidas. Sin embargo, sorprendentemente, la dimensión de los fractales son números fraccionarios. Es así como en la curva de Koch, por ejemplo, la dimensión obtenida es 1.2628, para el polvo de cantor (otro fractal lineal) se obtiene 0.6309, etc. (MUÑOZ. 2001).

Benoit Mandelbrot también encontró una estructura regular al comparar -en diferentes escalas- las evoluciones de los precios del algodón en todo el último siglo, como también en la evolución de las rentas. Encontró aspectos parecidos en secuencias de errores en la transmisión computacional de datos, en las crecidas del Nilo, en la forma de las nubes y de las costas. Arnold Mandell, médico psiquiatra, descubrió un comportamiento caótico en las enzimas del cerebro, sus trabajos apuntan a reconocer que el funcionamiento de la mente también tiene una estructura Fractal tanto en su base fisiológica como en su estructura semántica. (S/a. 2001).

Gaston Julia fue un matemático francés de principios de siglo quien, junto a Pierre Fatou, estudió por primera vez las formas de los conjuntos que llevan su nombre, intuyendo su gran complejidad. Su trabajo permaneció desconocido durante mucho tiempo, incluso para la mayoría de los matemáticos, hasta que a alguien se le ocurrió representar un conjunto de Julia en un computador.

Un conjunto de Julia no es más que el resultado de iterar una ecuación cuadrática en el plano complejo.

"Se entra en el campo de los fractales gracias a la computación en donde fractal es la novedosa figura geométrica llena de colores siendo clásicas las imágenes creadas por Mandelbrot, obtenidas matemáticamente y que esconden propiedades sorprendentes. Al explorar en el computador el contorno de la figura, haciendo "zoom" sobre ella, parece que el borde de la figura está compuesto de infinitas auto-réplicas a todas las escalas en las que nos pongamos a explorar. Por mucho que afinemos y por muy reducido que sea el entorno de exploración nunca llegamos a un límite en el cual quede una simple curva, si no que la complejidad caótica de la figura parece infinita". (S/a. 2001: 20:01).

Todos los copos de nieve tienen la misma geometría hexagonal básica pero no hay dos copos de nieve idénticos. Los copos se forman debido a que en las capas frías de la atmósfera se empiezan a condensar gotitas microscópicas de agua alrededor de una ínfima mota de polvo, estas gotitas se van pegando alrededor del "nucleador" de tal manera que el copo comienza creciendo desde adentro hacia afuera. Debido a la gran complejidad de los copos de nieve y a la existencia de algunos fractales similares a copos de nieve, como la llamada curva de Von Koch, durante algún tiempo se consideró que los copos de nieve eran también fractales, aunque ahora existen algunas dudas al respecto ya que presentan mucha mayor simetría y regularidad de la que sería esperada en un fractal. (HERNANDEZ. 2001)¹⁰.

En la actualidad, los diseños fractales permiten crear los más variados paisajes

¹⁰ HERNANDEZ, Rafael (2001) Copos de Nieve Fractal.
<http://www.hobbypress.com/PCMANIA/PC056/MF/pc056mfmtfma0000.html> 18/01/2001

planetarios, ejemplo de su utilización en el cine, se encuentra en las películas "El imperio contra-ataca" y "El retorno del Jedi". Los fractales también son usados para diseñar árboles, nubes, moléculas de proteínas y células cancerígenas, para facilitar su estudio en un intento por describir el comportamiento y la evolución en estado natural. De igual forma, se utilizan en la dinámica económica, el movimiento browniano (movimiento caótico de las moléculas en fluidos), el agrietamiento de los materiales de construcción, la contaminación de las aguas subterráneas, etc. (S/a. 2001: 18:30).

Una aplicación muy particular que han tenido los fractales se ha dado en España con los denominados virus fractales, un nuevo tipo de software, considerado una "bacteria informática", parecidas a los populares virus; pero menos nociva que estos.

"Se inspiran en las ideas de Tom Ray, un biólogo que estudió durante muchos años las mariposas y hormigas de Costa Rica buscando el secreto de la evolución de la vida, y encontró su Grial en el departamento de Inteligencia Artificial del MIT. Allí, Ray descubrió que los programas pueden actuar como organismos vivos, autoreplicándose, interactuando, sufriendo mutaciones al azar y pasándose un código de padres a hijos. Se compro un portátil, aprendió programación genética y una noche, nacieron su primeras criaturas digitales. Al programa/espacio donde se ejecutaban virtualmente los pequeños programas/criaturas, lo bautizó con la palabra española Tierra. Ahora, está intentando convertir Tierra en un continente virtual". (S/A. 2001)

Una vez que estos virus fractales se introducen en un computador, atacan sólo las imágenes en formato JPG y las alteran hasta formar paisajes auténticamente psicodélicos. Han sido liberados en la Internet Española, como parte de un experimento de vida artificial; muchos de sus propulsores, en nombre de la biodiversidad virtual suplican que no sean eliminados los virus fractales.

Aunque han sido estudiados principalmente en el mundo de la matemática, los fractales también pueden ser usados en áreas menos abstractas, como el modelamiento de árboles, nubes, montañas, medición de longitud de las líneas costeras, y en general, cualquier hecho que no sea posible de representar mediante variables geométricas clásicas o euclidianas (como sí lo son los conos de helado, los dados, las pirámides egipcias, etc). (S/a. 2001)

También pueden encontrarse comportamientos análogos al de los fractales en diversos campos. En Economía, el análisis detallado del comportamiento de los cambios de precios de los productos; en lingüística, la frecuencia del uso de las palabras; en la música; en la Teoría de Circuitos Eléctricos y en la Teoría de Información, por mencionar algunas áreas.

En la naturaleza pueden encontrarse estos fenómenos tal vez más de los que en un primer momento cabría imaginar. Además de las líneas costeras, los paisajes naturales y las cadenas montañosas también tienen características fractales. En biología también pueden encontrarse numerosos ejemplos de fractales, por ejemplo la membrana que cubre el hueso de la nariz es tal que la relación entre área y volumen encerrado no sigue un patrón geométrico, sino Fractal. (S/a. 2001).

"Las montañas no son conos, las nubes no son esferas, los rayos no viajan en línea recta, los ritmos dinámicos no son totalmente regulares. Estos esquemas geométricos, como abstracción de la realidad natural, pertenecen al mundo mental, pero no se reflejan tal cual en la Naturaleza física, y no permiten una comprensión y descripción real de los fenómenos dinámicos naturales. Expresan una belleza conceptual, pero para la comprensión de la complejidad del caos en la Naturaleza, se han demostrado inútiles. Y justamente por ello se ha venido hablando de caos

en la Naturaleza, mientras que ahora, con la nueva Geometría Fractal, podemos hablar de Orden dentro del Caos". (S/a. 2001).

A principio de esta década, dos ecólogos de la Universidad de Nuevo México, James Brown y Brian Enquist, junto Geoffrey West, físico de partículas del Laboratorio Nacional Los Alamos, llegaron a la conclusión que la tasa metabólica en todos los organismos tiene que ver con la distribución de alimento y la eliminación de basura y propusieron un modelo de distribución Fractal que se ajustó perfectamente a los datos experimentales. Según West, la estructura Fractal crea una especie de cuarta dimensión espacial. Matemáticamente, cada uno de nosotros vive en dos mundos espaciales diferentes: uno tridimensional y otro interior que - por extraño que parezca - tiene unas 3,7 dimensiones. El trío de investigadores a pesar sus controvertidas aseveraciones, sueña con un ambicioso campo de aplicaciones: la longevidad, la duración de la preñez, el número de crías, el tamaño de una población. Aseguran que si logran entender el origen de las leyes de escala, posiblemente pueda arrojar luz sobre el tema del envejecimiento y de la muerte. (LOTERSZTAIN. 2001)¹¹.

A través de la historia de la ciencia ha ocurrido que algunas ideas que habían sido descartadas por su apariencia absurda han demostrado ser válidas cuando se cambia de paradigma. La línea del pensamiento pitagórico basada en una naturaleza matemática del Universo que culminó en la frase de Platón "Dios geometriza", mostró a los objetos geométricos como constituyentes del orden supremo del macrocosmos. La estructura de la mente y su interrelación con el mundo podría tener una base matemática mucho mayor de lo que posiblemente ni el mismo Pitágoras hubiese imaginado.

El principio de Autosemejanza de los fractales -característica del paradigma de la complejidad- ha dado nacimiento a una nueva comprensión estética y a nuevas

¹¹ LOTERSZTAIN, Ileana (2001) Bacterias, Rinocerontes y Fractales.
http://www.pagina12.com.ar/1999/suple/futuro/99-12-11/nota_a.htm. 23/01/2001

concepciones de carácter filosófico y metafísico que se acercan mucho a viejas concepciones esotéricas tradicionales. Se ha dado inicio a un nuevo camino, con rumbo hacia una nueva concepción estética, donde Ciencia y Arte estarán profundamente armonizados en un Todo indisoluble con la Filosofía.