
FRACTALIDAD Y COMPORTAMIENTO PSICOSOCIAL:

ANÁLISIS DE RELACIONES POSIBLES*

JOSÉ VICENTE PESTANA**

*Universidad de Barcelona
Departamento de Psicología Social*

RESUMEN

En este trabajo se describen los antecedentes, conceptos básicos y aplicaciones de la teoría de fractales de Mandelbrot en Psicología y Psicología Social. A partir de esto se analiza qué elementos de esta teoría son útiles para el estudio de la interacción social, sugiriéndose una forma en que esto puede hacerse.

ABSTRACT

In this work the Mandelbrot's fractals theory is described according to its antecedents, basic concepts and applications in Psychology and Social Psychology. From this viewpoint, the elements of this theory are analyzed in a way they are useful to study social interaction, and it is suggested how it can be done.

¿Qué modo de ver es el modo como te veo?
¿Tu perfil? Nunca es el mismo, pero nunca cambia.
Fernando Pessoa

1. Introducción

La psicología social, como disciplina que se relaciona con el quehacer del ser humano en tanto que componente de un grupo, no debe estar ajena a todo modo de construcción de la realidad, ya que las nuevas ideas, además de permitir otros acercamientos para la comprensión del comportamiento de individuos y sociedades, pueden clarificar las lagunas existentes en el conocimiento de los fenómenos.

Uno de estos modos de construcción es el relacionado con las teorías de la complejidad, cuyas ideas se han sumado de manera singular a la discusión permanente que sostienen sectores de las ciencias del comportamiento en relación con el paradigma que debe orientar el conocimiento de la realidad social.

* Este trabajo fue producto del curso "Avances epistemológicos en el estudio de la influencia social", conducido por el Dr. Frederic Munné i Matamala en el programa de Doctorado *Influencia social: Relaciones, procesos y efectos* – Bienio 1997-1999, de la Universidad de Barcelona.

** Dirección electrónica del autor: jypestana@ub.edu

El uso del adjetivo singular no es fortuito en este caso, ya que las ideas derivadas de las perspectivas complejas o “del caos” han reavivado elementos presentes, desde hace algún tiempo, en los debates de las ciencias humanas, y específicamente de la psicología social.

Una de estas discusiones se relaciona con la diferenciación establecida entre lo cualitativo y lo cuantitativo, que ha sido superada en ciertos sectores de las ciencias duras, redefiniendo el carácter mismo de la realidad investigada.

Otro elemento lo constituye el problema del reduccionismo, de especial interés dado el origen de las perspectivas complejas, y que es motivo de preocupación para algunos psicólogos. Sin embargo, para Vallacher y Nowak (1994, xv), hacer uso de los enfoques de la complejidad “representa un alejamiento notorio de los supuestos Newtonianos relativos a la reducción, el determinismo y la predictibilidad, y redirige el foco de la ciencia hacia la evolución y autoorganización espontánea de los fenómenos naturales”. En esto, además, ha cobrado interés no sólo la forma de los fenómenos sino también el papel desempeñado por la variable tiempo, de especial importancia para descubrir las regularidades de los sistemas dinámicos, y así identificar patrones ocultos en comportamientos aparentemente azarosos (Newtson, 1994), que se asocian a los cambios en la forma de los objetos.

Dentro de las teorías de la complejidad, la geometría fractal desarrollada por Benoît Mandelbrot (1975, 1977, 1990) posee los rasgos de polémica y singularidad antes mencionados. Por una parte, ha sido producto de la conjunción de ideas de la física y de la matemática sin que haya tenido un amplio respaldo de ambos sectores (Gleick, 1987); por otro lado, este planteamiento considera la estructura, funcionamiento y forma de los fenómenos de manera tal que resulta de utilidad para analizar las relaciones posibles entre la fractalidad y el comportamiento psicosocial.

2. Teoría de Fractales

2.1. Antecedentes

La teoría de Benoît Mandelbrot (1975, 1977) constituye una visión novedosa de la geometría, precedida fundamentalmente por dos elementos estudiados desde la antigüedad: la noción de dimensión —con su correspondiente relatividad en la precisión de la medida— y la invariancia por cambios de escala.

En relación con las nociones de dimensión, Mandelbrot (1975, 1977) considera de interés para la fractalidad planteamientos de Pitágoras, Platón, Aristóteles y Apolonio de Pérgamo. En Pitágoras (582-507 a. C.) se encuentran, posiblemente, las primeras nociones de dimensiones geométricas, a las que Platón (427-347 a. C.) añade la de tercera dimensión casi un siglo más tarde; a ello se unen los trabajos de Euclides (hacia 300 a. C.), y el desarrollo de la interpolación de números enteros de Aristóteles (384-322 a. C.). Por su parte, Apolonio de Pérgamo sigue los planteamientos de Euclides y establece, hacia el año 200 a. C., un algoritmo para trazar cinco circunferencias a partir de otras tres dadas, lo que en la teoría de fractales es incorporado dentro del concepto de autosemejanza.

Por otra parte, la invariancia por cambios de escala empieza a desarrollarse desde el s. XVIII, a partir de experiencias realizadas en botellas electrostáticas por Pieter van Musschenbroek (1692-1761), continuando en la centuria siguiente Joseph Delboeuf (1831-1896), y en el s. XX von Schweidler (1907); adicionalmente a esto, dicha invariancia, en hilos de seda elásticos, es estudiada a partir del s. XIX por Wilhelm Weber (aprox. 1832), Kolrausch (1847), Kelvin (1865), James Clerk Maxwell en 1867 (trabajo que continuará once años después su alumno Hopkinson) y Ludwig Boltzmann (1874).

Asimismo, del s. XIX datan otros aportes para el desarrollo del concepto de fractal, tales como la descripción de Robert Brown en relación con el comportamiento impredecible de dos moléculas dada la agitación térmica de las mismas, movimiento que llevará su nombre (1828), y los estudios de las funciones continuas y no diferenciables realizados por Charles Cellérier, Riemann y Weierstrass.

Ya hacia finales del s. XIX comienzan a ponerse en entredicho las nociones de dimensión, específicamente con la aparición de la llamada galería de monstruos matemáticos, denominación que abarcaba construcciones como las de Koch, Peano y Cantor.

El copo de nieve de Koch, construido a partir de un triángulo equilátero al cual se le añaden *ad infinitum* triángulos más pequeños en cada lado de cada nueva figura, demuestra que la longitud dicho dibujo puede aumentar de manera indefinida sin que su área lo haga; de hecho, el triángulo original podría encerrarse en una circunferencia que no variaría su tamaño durante el proceso de adición antes descrito, el cual, además, transformaría el contorno del objeto resultante de ser una línea recta a ser una línea curva. Ello desconcertó no a pocos matemáticos de principios del s. XX.

La curva de Peano demuestra que una línea (de dimensión euclídea uno) puede constituirse en un plano (dimensión euclídea dos) debido a su particular construcción. Los llamados polvos de Cantor plantean cómo, dado un material —topológicamente, una recta—, al ser sometido a un proceso donde se elimina de forma reiterada un tercio correspondiente a su parte media, dicho elemento se distribuye uniformemente (conservando su estructura y propiedades) hasta que desaparece, lo que indica un cambio de dimensión uno a cero.

En palabras de Mandelbrot (1977, 31), la aparición de estas figuras “monstruosas” trajo como consecuencia que “los matemáticos se dieron cuenta de que no es posible una comprensión correcta de lo irregular y fragmentado (así como de lo regular y lo conexo) si se define la dimensión como número de coordenadas”. En otras palabras, las dimensiones de los objetos no eran necesariamente cero (el punto), uno (la línea), dos (la superficie) o tres (el volumen), sino que podían ser intermedias según fuera el caso; de igual modo, se demostraba cómo en ciertas situaciones las propiedades de un fenómeno no se alteran cuando se cambia la escala de observación o medición del mismo. Ello daba al traste no sólo con las concepciones clásicas de dimensión, sino que cuestionaba que las interpretaciones de los fenómenos naturales vigentes hasta ese momento, estuviesen ajustadas a la realidad de los mismos.

Las construcciones de Koch, Peano y Cantor le permitieron a Mandelbrot —antes de plantear y desarrollar el concepto de fractal— estudiar, respectivamente, la infinita longitud de las costas litorales (“¿Cuánto mide la costa de Bretaña?” se convirtió en la pregunta que condensó esta deducción), la irregularidad como pauta de distribución

eficaz de los objetos en el espacio y la estructura de los ruidos en la transmisión de señales.

Otro elemento que contribuyó al desarrollo de la teoría de fractales fue el estudio de los niveles del río Nilo (previamente observados por Hurst), y que llevó a Mandelbrot a establecer la existencia de dos efectos (comunes asimismo en economía): los efectos de Noé (referido a la discontinuidad) y de José (que significa persistencia), elementos antagonicos presentes ambos en las variaciones del caudal.

Estos ejemplos, entre otros, fueron analizados por Mandelbrot de manera progresiva hasta que, en 1975, publicó el primer ensayo donde definió los objetos fractales, e inició con ello un cambio en la concepción espacial del universo.

2.2. Definición y características generales de los fractales

Mandelbrot (1975, 168) define el término *fractal* como indicador de “una forma, bien sea sumamente irregular, bien sumamente interrumpida o fragmentada, y sigue siendo así a cualquier escala que se produzca el examen”, con “elementos distintivos cuyas escalas son muy variadas, y cubren una gama muy amplia”.

En otras palabras, un objeto fractal es aquél cuya forma no es concebible en términos de dimensiones cero, uno, dos o tres, sino en posibilidades intermedias dentro de esos valores. Esta constitución se mantiene en los niveles en que se observa este objeto, propiedad que se conoce como simetría dentro de una escala, término cuyo uso no responde a la idea común de dividir un objeto en partes iguales, sino al mantenimiento de la estructura del conjunto en las observaciones hechas a distintas escalas.

Además de estas características, Sander (1987) señala que los fractales poseen una configuración tenue y esparcida, siendo ésta mayor al aumentar el tamaño del objeto; ello no excluye que su estructura sea “robusta y resistente a las lesiones” (Goldberger et al., 1990, 113). Si añadimos a esto el comentario de Gleick (1987, 229), quien menciona que en los fractales

“no hay (...) dos partes «juntas» —cada porción está separada de las restantes por una región vacía—; pero ningún fragmento está «solo»: siempre se halla arbitrariamente cerca de un grupo de ellos”,

vemos cómo en la forma de estos objetos conviven rasgos anteriormente considerados excluyentes (dispersión o separación vs. resistencia o robustez); este carácter de lo

inconcebible pero no incompatible en la estructura de los fractales, es una manifestación de la dinámica caótica que responde a objetos cuya naturaleza es, por un lado, resultado de un proceso determinista, y por otro, de un proceso aleatorio, válidos ambos por igual e indispensables para entender los patrones no lineales de su comportamiento. Un ejemplo que ilustra estas características lo constituye el denominado conjunto de Mandelbrot, el cual a partir de una sencilla fórmula matemática, genera “un paisaje que, naturalmente, es distinto del todo pero que, al mismo tiempo, es cualitativamente igual” (Mandelbrot, 1990, 187).

Tras ser enunciada la teoría de los fractales, diversas comunidades científicas se dieron a la tarea de identificar cuáles estructuras respondían a este esquema. De las formaciones expansivas naturales descritas por Briggs y Peat (1989), Gleick (1987), Goldberger et al. (1990) y el propio Mandelbrot (1975, 1977) pueden mencionarse los anillos del planeta Saturno y la distribución de las galaxias, la redondez entrecortada de la Tierra y la distribución de ciertos recursos minerales. En el cuerpo humano, se ha identificado la fractalidad en el proceso de desarrollo del ADN, y de órganos (como los pulmones), que requieren de la mayor superficie posible en un espacio reducido, al igual que el continuo formado por los vasos sanguíneos, y la red de fibras especiales que transportan los impulsos eléctricos a los músculos contráctiles del corazón; otras estructuras que responden a una dimensión fractal son el conducto biliar, las ramificaciones de las neuronas y sistemas como el urinario y el inmunológico.

Además de este tipo de investigaciones para identificar qué objetos respondían a la naturaleza fractal, esta teoría ha sido utilizada en diversos ámbitos (para una descripción detallada, véanse Briggs y Peat, 1989; Goldberger et al., 1990; Mandelbrot, 1977).

En las ciencias aplicadas a la industria, el concepto de fractal ha permitido el abordaje de problemas relacionados las superficies en contacto, la comunicación atómica en las distintas clases de metales, los estudios de polímeros y la seguridad de los reactores nucleares. Aplicando los principios del caos al cuerpo humano, en las ciencias médicas la fractalidad ha permitido estudiar la estructura de los atractores extraños durante ciertos niveles de sueño; de igual modo, los estados de salud y enfermedad (patologías como la epilepsia, mal de Parkinson y depresión maníaca, además de la distribución de las epidemias) tienen que ver con dinámicas caóticas y arquitecturas fractales.

Finalmente, en el arte, además de generar paisajes para cine y vídeo, este concepto permite describir el efecto de la reflectáfora como recurso literario (autosimilitudes en varias escalas, imprevisibles y aleatorias) y entender la estructura de obras de arte donde se encuentra la paradoja de la simplicidad como complejidad y la complejidad como simplicidad; a este respecto, el propio Mandelbrot (1990) ha señalado que lo repetitivo es esencial a la belleza, requiriendo de igual modo un elemento de cambio.

2.3. Comentario acerca de la teoría de fractales

La fractalidad, que de acuerdo a Goldberger et al. (1990) se desarrolló durante mucho tiempo de manera independiente a la dinámica de los sistemas no lineales — caóticos—, ha tenido un desempeño importante dentro de las llamadas teorías de la complejidad, erigiéndose como el enfoque que ha brindado un soporte geométrico a la turbulencia (tema fundamental dentro de las teorías del caos), y ha permitido describir la configuración de los atractores extraños (regiones que, dentro de sistemas cuyo comportamiento no es ni estático ni periódico, examinan todas las posibilidades de trayectorias dentro de un espacio finito sin yuxtaponerse).

Lo anterior deriva en la consideración de una fractalidad en el espacio y otra en el tiempo. Como fractalidad espacial tendríamos la autosimilitud de la estructura de un objeto en determinado número de escalas; de acuerdo a Mandelbrot (1990) la proporción de los niveles en el que las propiedades de un objeto se conservan es finito, y esto es una tarea a considerar en el estudio de la geometría fractal de cualquier objeto.

Esto hace que un fractal, en tanto objeto de estudio, ha de considerarse un sistema integral, determinándose cuál es su configuración y cuáles son los vínculos entre sus diversas escalas, debiendo establecerse qué es lo similar y qué es lo disímil. A este respecto, no debe olvidarse que en el proceso iterativo que deriva en la autosimilitud o autosemejanza hay un proceso de realimentación, lo que implica que cierta parte del sistema es la que elicit, impulsa o genera esta peculiar repetición, por lo cual dicha parte también ha de discriminarse en la consideración de los fractales como objeto de estudio.

Lo anterior lleva a considerar la fractalidad en el tiempo, ya que los cambios ocurridos en un objeto fractal se suceden en determinado período, dentro del cual no sólo se puede observar la ocurrencia de la autosemejanza, sino que además es la

variable temporal el marco en el cual aparece otro elemento de interés en los sistemas dinámicos: el azar.

Una de las críticas a la fractalidad ha sido, precisamente, la noción de que tras el establecimiento de la dimensión topológica de un objeto y su regla iterativa, subyace un determinismo en la configuración y comportamiento del mismo. El propio Mandelbrot (1977) ha señalado que si bien hay objetos —denominados fractales básicos—, cuya dimensión e iteración han podido determinarse con exactitud, son los fractales aleatorios los que se asemejan a muchas de las formas de la naturaleza, y son en ellos en los que hay que concentrar esfuerzos para entender cómo se organiza la materia. Para Briggs y Peat (1989), esta consideración de “puntos de decisión” —que introducen cambios repentinos en los sistemas dinámicos— es uno de los elementos claves de los fractales, dada la oportunidad de un objeto de reproducirse a sí mismo de manera semejante dentro de diversas opciones, lo que conlleva a la consideración de la permeabilidad de los límites en dichos sistemas.

Los conceptos básicos de la fractalidad, al describir la configuración autosimilar y desarrollo iterativo de objetos que responden a dinámicas más o menos alejadas del equilibrio, se han trasladado a diversas disciplinas, y en el caso de la Psicología y la Psicología Social, han permitido la redefinición de comportamientos y enfoques que, de esta forma, se han visto enriquecidos en su estudio y comprensión.

3. La fractalidad en Psicología y Psicología Social

La receptividad de las ideas de Mandelbrot en Psicología y Psicología Social se ha traducido en la aparición de trabajos donde se han incorporado los conceptos básicos de la fractalidad.

Como indicadores de esto se tienen, por un lado, los resúmenes del *Psychological Abstracts* obtenidos a través de la base de datos PsycLIT desde el año 1988 hasta 1998 —por medio de las palabras claves “fractal” y “fractals”—, que permiten distinguir el número de trabajos y las áreas en las que se ha utilizado este concepto. Por otra parte, las recopilaciones de Abraham y Gilgen (1995), Robertson y Combs (1995) y Vallacher y Nowak (1994), así como artículos aparecidos en distintas revistas especializadas, dan la fundamentación para un análisis acerca de las posibles relaciones entre la fractalidad y el comportamiento psicosocial.

En lo que respecta al *Psychological Abstracts*, durante el período mencionado han sido reseñados setenta artículos, cuya proporción por año, descrita en la Tabla 1, muestra cómo de dos y tres artículos publicados en 1988 y 1989 respectivamente, desde 1990 — exceptuando los seis artículos de 1991 y los tres de 1998—, son aproximadamente siete al año los trabajos que han utilizado la fractalidad como concepto útil a diversas investigaciones psicológicas, siendo 1992 (con diez artículos) y 1997 (con once) las excepciones a esta pauta.

TABLA 1: Resúmenes de artículos sobre Fractales aparecidos en el *Psychological Abstracts* (desde 1988 hasta 1998)*

Nº de resúmenes	Año de publicación											Total
	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	
	2	3	7	6	10	7	8	7	7	11	3	71

*De acuerdo a la base de datos PsycLIT obtenida a partir de las palabras claves *Fractal* y *Fractals*

Los resúmenes de dichos artículos (cuyos datos originales se anexan en apartado especial dentro de las Referencias de este trabajo) permiten establecer seis áreas en las que se ha aplicado la fractalidad en Psicología y Psicología Social, a saber: Psicofisiología, Cognición, Psicoanálisis, Interacción Social, Organizaciones y Epistemología. La proporción de artículos por cada subdivisión propuesta en los resúmenes obtenidos se ilustra en la Tabla 2.

De las áreas distinguidas, puede observarse que la mitad de los trabajos se ubican dentro de la Psicofisiología, y otra cuarta parte en la Psicoanálisis, siendo minoritarios los aportes en Epistemología, Cognición, Interacción Social y Organizaciones.

TABLA 2: Áreas de aplicación de los resúmenes de artículos sobre Fractales aparecidos en el *Psychological Abstracts* (desde 1988 hasta 1998)*

Nº de resúmenes	Área de aplicación propuesta						Total
	Psicofisiología	Cognición	Psicoanálisis	Interac. Soc.	Organizaciones	Epistemología	
	36	6	17	3	1	8	71

*De acuerdo a la base de datos PsycLIT obtenida a partir de las palabras claves *Fractal* y *Fractals*

En cada una de dichas áreas, realizaremos una descripción más detallada siguiendo el siguiente orden: Psicofisiología, Cognición, Psicoanálisis, Organizaciones e Interacción Social, profundizando en lo epistemológico en el último apartado de este

trabajo. Las tres primeras áreas se refieren a instancias unipersonales de la conducta humana —estudiadas por la Psicología—, y las dos últimas a comportamientos interpersonales —objeto de estudio de la Psicología Social—, de acuerdo a lo propuesto por Munné (1994a); en todos los casos, sólo se comentan las referencias disponibles y no los resúmenes antes descritos.

3.1. Psicofisiología

Los trabajos incluidos en este apartado han intentado relacionar la estructura de los fractales con el funcionamiento del cuerpo humano, y más concretamente, con la actividad cerebral; debido a ello, estos trabajos son en su mayoría de carácter experimental, a diferencia de las restantes áreas donde suelen predominar los aportes de carácter teórico.

La primera referencia consultada a este respecto es la investigación de Cutting y Garvin (1987), en la que se generaron curvas con dimensión fractal creciente para que fuesen evaluadas de acuerdo a su complejidad. Los resultados obtenidos en esta experiencia arrojaron una alta correlación entre dicha complejidad de los estímulos y la percibida por los ocho sujetos estudiados, lo que indicaría que las personas son capaces de familiarizarse con estas figuras y clasificarlas correctamente en función de su estructura.

Posteriormente, Gilden et al (1993) trataron de determinar si esta capacidad discriminativa de los seres humanos se relacionaba con el proceso de percepción en sí mismo; esto es, si la estructura jerárquica de los fractales (y específicamente, la irregularidad de sus contornos) era registrada de manera igualmente jerárquica. Sin embargo, los resultados indicaron un proceso de evaluación bipolar entre la regularidad o dirección general del estímulo y el ruido —irregularidad— del mismo; dicho en palabras de los autores, a pesar de la complejidad de las curvas “[la] discriminación está basada en una descomposición bipartita” (475), similar a la clásica figura-fondo de la tradición gestáltica.

De igual modo, la experiencia de Combs y Winkler (1995), comentada por Brown y Combs (1995), también arrojó evidencias “sugeres de la presencia del caos determinista” (Combs y Winkler, Op. cit., 56); en este caso, se trató de registrar la diferencia entre ambas fosas nasales durante el ciclo respiratorio, en cinco sujetos de distintas edades entrenados a tal propósito. De acuerdo a los propios autores y a Brown y Combs (Op. cit.), fueron insuficientes los procedimientos matemáticos utilizados para

determinar la presencia de atractores y la dimensión fractal de dicha conducta; de ahí la necesidad de crear instrumentos de medida que se adecuen a las propiedades de los sistemas caóticos o alejados del equilibrio.

Para finalizar los aportes en esta área, valga citar a Gentry (1995), quien considera el uso de la fractalidad (poco utilizada por los psicólogos en el estudio del ser humano) como mucho más que una técnica para crear ciertas imágenes, siendo necesario un cambio de visión acerca de la estructura del pensamiento mismo, y con ello, estudiar de nuevo las leyes psicofísicas —de autores como Fechner o Stevens— bajo la óptica de la no linealidad.

3.2. Cognición

El estudio de aspectos específicos del comportamiento del ser humano desde la fractalidad, ha incluido también referencias a procesos que incorporan en mayor proporción aspectos de la vida mental de los sujetos, en este caso el lenguaje y la solución de problemas.

Shanon (1993) dirigió su atención hacia los patrones fractales que se manifiestan a través del lenguaje; de ahí que una misma palabra, utilizada en contextos distintos en grado de resolución y detalles, pueda tener diversos efectos y adaptarse a situaciones diferentes. Es por ello que el análisis y estudio de la fractalidad de las construcciones idiomáticas abriría la posibilidad de entender los procesos de categorización y contextualización de las cogniciones en los seres humanos.

Torre (1995), por su parte, tras haber estudiado las distintas propuestas para la resolución de problemas, sugirió un modelo dinámico cuyas etapas ocurren de manera no lineal en un espacio de fases, siendo autosemejantes en todas las escalas en que una situación pueda analizarse. En dicho modelo interactúan elementos cognitivos, afectivo-perceptivos y pragmáticos, aspectos que en el campo educativo deben ser estimulados para que los estudiantes utilicen la innovación y la creatividad en el manejo de situaciones cotidianas.

3.3. Psicoanálisis

Con este título se agrupan aquellos aportes que, con base en las ideas del psicoanálisis, han intentado hacer una analogía entre los mecanismos de la vida mental profunda y la estructura de los fractales.

Para Bütz (1992) los modelos de las teorías del caos permiten clarificar el desarrollo del sí mismo —*self*—, no siendo la primera vez que en el psicoanálisis (y específicamente en los casos de Freud, Jung y Erikson) se hace uso de términos físico mecánicos —“energía” entre los más conocidos— para explicar el funcionamiento de la psique. Bütz (Op. cit.) señala que la evolución de la dinámica intrapsíquica atraviesa por desequilibrios caóticos que culmina en una estructura organizada con características fractales, el mandala, “que parece funcionar como un atractor que hace que el orden ocurra” (Ídem, 1061).

En un trabajo posterior, Bütz (1995) utiliza nuevamente el aporte de Jung, pero esta vez comparado con el positivismo neurológico de Vandervert, quien desde una perspectiva más cercana a lo fisiológico también ha hecho uso de las teorías de la complejidad. Para Bütz (1995) la idea de Vandervert acerca de la estructura de la mente como una antigua propiedad algorítmica emergente del sistema nervioso, con características autosemejantes y dinámica fractal, es similar al concepto de arquetipo, que derivado de lo biológico en etapas ancestrales, se expresa a través del símbolo — mandala—, que ha sido considerado una estructura compleja.

Marks-Tarlow (1995), por su parte, considera relevantes para la psicología cuatro características de los fractales, a saber: la autosemejanza, su impredecibilidad ordenada (u organización dentro del caos), lo infinito de sus bordes y su dimensión fraccionada. La importancia de estos rasgos estriba en permitir una descripción más precisa de la dinámica entre los procesos biológicos, sociales y ambientales; por ello, para esta autora, la organización fractal de la estructura intrapsíquica incidiría en la manifestación de patrones autosemejantes de comportamiento, la convivencia del libre deseo y el determinismo, la posibilidad de ver distintos niveles de la psique de acuerdo a los acercamientos que se realicen, y en el hecho de que lo fraccional permite entender que una estructura se desarrolle o de desintegre según sea el caso.

Y para Goldstein (1995, 103), las características de los fractales harían de la complejidad una herramienta para la relectura, desde el psicoanálisis, de conceptos

como la escisión binaria producto de la castración, y en definitiva modificarían los elementos que definen el modelo de ser humano que se tiene desde esta teoría, ya que el hombre “será un sujeto producido por la dispersión, la disipación, el acontecimiento y el instante, la multiplicidad y la fractalidad, la incertidumbre, la entropía, el caos, lo infinito, la irreversibilidad del acto, el desvío y lo indiscernible”.

3.4. Interacción social

Al considerar el plano interpersonal del comportamiento, los psicólogos interesados en hacer uso de modelo fractal han realizado aportes tanto de carácter teórico como experimental, desde distintas perspectivas.

Young (1991) indica el carácter no lineal de las dinámicas sociales, y relaciona la fractalidad con la información contenida en los símbolos de la interacción social, que suele variar situacionalmente tanto en significado como en uso. De igual modo, este autor señala que los límites de los eventos sociales no pueden identificarse con precisión, ya que se encuentran permeados por distintas instancias de lo social, cuyos patrones varían de acuerdo a la escala de observación que se emplee para el estudio de sus dinámicas.

Por su parte, Abraham (1995) relaciona las ideas de la complejidad con los trabajos de Lewin y Bateson, considerándolos precursores del campo denominado *erodynamics*, que consiste “en aplicaciones de las teorías matemáticas de la dinámica, caos y bifurcaciones a modelos en las ciencias sociales, incluida la economía” (Abraham, Op. cit., 158).

En lo que respecta a Lewin, se considera a su concepto de campo psicológico — relacionado con el sí mismo o *self*— como un sistema dinámico, en el que los diferentes aspectos de la personalidad tienen entre sí límites fractales, los cuales, al ser más gruesos, incidirían en los niveles de integración de la personalidad. Esto, que se relaciona con los aportes de Bateson relativos a la esquizofrenia, permitiría indagar nuevas posibilidades en el tratamiento de los trastornos de personalidad, que pasarían a ser discaóticos (de límites fractales frágiles entre sus partes).

En el caso de Eiser (1994), éste revisa las concepciones tradicionales de la forma y medida de las actitudes, que vistas desde la complejidad, se estructurarían como atractores cuya recurrencia dependería de las condiciones iniciales y de un determinado contexto, dándole un cariz fractal a este constructo, lo cual también implicaría que “si se

mirase con mayor detalle dentro del espacio de la actitud, se encontrarían más contornos y formas” (Eiser, Op. cit., p. 210). En relación con el proceso de formación de dicho espacio, éste sería producto de la experiencia y la interacción de los sujetos con el entorno.

En esta misma línea cabría ubicar la concepción de Newton (1994) con relación a la naturaleza de la conducta. Visto desde la complejidad, el comportamiento pasaría a ser un sistema no lineal autoorganizado, multiestable, sensible a las condiciones iniciales y con principios estructurantes de cariz autosemejante (fractal). A partir de esta idea, y tomando una escala de medición de los cambios en postura corporal y en intensidad vocal (como indicadores de interacción entre dos sujetos), Newton (Op. cit.) demostró que las ondas registradas en las dos conductas eran complementarias entre ambos sujetos, lo que podría significar un avance en la comprensión de los flujos de información en los sistemas dinámicos persona-ambiente.

En otro estudio de la interacción entre sujetos (en esta oportunidad, pertenecientes a un grupo terapéutico), realizado por Burlingame et al (1995), se midieron los intercambios verbales (discriminados en contenido y estilo) para determinar la no linealidad y dimensión fractal de los mismos, lo que arrojó la existencia tanto de irregularidades como de regularidades en el proceso de intercambio de información de los participantes. La importancia de este hallazgo estribaría en la posibilidad de evitar el deterioro de los patrones comportamentales toda vez que este aspecto se manifieste en la dinámica del grupo terapéutico.

3.5. Organizaciones

Esta área aplicada de la Psicología Social se ha visto influida también por las posibilidades que brindan las teorías de la complejidad como marco de referencia en la asesoría de grupos corporativos. Dos experiencias que utilizan fundamentalmente la fractalidad son las desarrolladas por Zimmerman y Hurst (1992) y Koehler (1995).

Zimmerman y Hurst (1992) utilizaron la geometría fractal como perspectiva orientadora en el análisis cualitativo de los procesos de reestructuración corporativa en tiempos de crisis (“turbulentos”), realizado a través de entrevistas, observación participante, revisión de archivos y consulta a los expertos. La fractalidad implicó ver las partes de la organización como reflejos iterativos del todo, y las propiedades de autosemejanza y la infinita longitud y permeabilidad de los límites se aplicaron a la organización de equipos de trabajo y a los elementos comunicacionales y normativos

presentes en la corporación. A diferencia de los enfoques tradicionales en el análisis de las organizaciones, el uso de la geometría fractal, entre otras cosas, le permitió a estos autores determinar cómo cada posición dentro de la empresa otorga una visión particular de la misma que es igualmente determinante para el funcionamiento de todo el sistema.

El proceso comunicacional entre sectores autosemejantes de un sistema dinámico fue también uno de los principales elementos desarrollados por Koehler (1995), al analizar la estructura y desarrollo de los sistemas de emergencias médicas de Los Ángeles en caso de desastres mayores. Este proceso de percolación—en términos físicos— es una etapa fundamental para que se activen todos los equipos de rescate y salvamento, que debe ser susceptible de determinación para estimar la cobertura de las emergencias por los equipos responsables.

4. A modo de conclusión:

La fractalidad como epistemología del comportamiento psicosocial

La descripción realizada de los trabajos en Psicología y Psicología Social, muestra cómo las ideas de Mandelbrot acerca de la topología de los fenómenos, son aplicables a distintas áreas dentro de nuestra disciplina. Ejemplos como las mediciones psicofísicas y el análisis de la realidad social, si no irreconciliables, anteriormente eran por lo menos difíciles de entender bajo una misma perspectiva, y en la actualidad pueden ser vistos dentro de un mismo conjunto de ideas, obviamente con las variaciones correspondientes.

Ciertamente, esto indica la utilidad de la fractalidad en la comprensión de distintos fenómenos psicológicos, pero a la vez, entraña el riesgo de que este modelo pase a ser una explicación en boga de distintas manifestaciones comportamentales; con esto, se caería de en el problema del reduccionismo, no por aplicar una teoría proveniente de las ciencias duras en el comportamiento, sino por considerar que lo fractal (y en general lo complejo) es la única explicación posible a determinado fenómeno. No en balde el tono común en varios de los trabajos revisados suele incluir la idea de que en tal o cual teoría psicológica ya podían intuirse los supuestos de la complejidad (y de lo fractal entre ellos).

Una forma de evitar lo anterior es considerar los conceptos básicos de la fractalidad en términos de su adecuación posible a la dinámica del comportamiento en términos de objeto y método. De las instancias en que dicho comportamiento se manifiesta, se centrará esta reflexión en lo interpersonal, toda vez que uno de los

elementos claves en la estructura y funcionamiento de los fractales es precisamente el de la interacción entre las diversas partes de un sistema dinámico y la modificación que se produce en éste; ello hace especialmente atractiva la teoría de los fractales para su utilización en la psicología social, lo cual ya ha sido descrito por Munné (1993, 1994b, 1995), y que en este caso desarrollaremos en relación con los aspectos específicos de la fractalidad útiles para el estudio de ciertos rasgos del comportamiento psicosocial.

Un primer aspecto a considerar de la fractalidad, es el relativo a su confluencia de lo estructural y funcional en un mismo fenómeno, elementos que han sido fuente de discusión no sólo en las ciencias del comportamiento sino en las ciencias humanas en general. Ateniéndonos al significado de dichos términos (de acuerdo a la Real Academia Española, 1970), tenemos por *estructura* la “distribución y orden de las partes de un edificio (...) del cuerpo o de otra cosa”; por *función*, el “ejercicio de un órgano o aparato de los seres vivos, máquinas o instrumentos”, y matemáticamente, la “cantidad cuyo valor depende del de otra u otras cantidades variables”; la *forma*, por su parte, es la “figura o determinación exterior de la materia”, y filosóficamente, el “principio activo que con la materia prima constituye la esencia de los cuerpos”.

En términos de los sistemas no lineales (más o menos alejados del equilibrio) no hay precedencia entre estructura y función o viceversa, porque ambos aspectos son producto de la dinámica caótica que está interconectada a otros niveles de la realidad, que podrán ser observados o no dependiendo del grado de acercamiento que tenga el investigador en relación con su objeto de estudio. La fractalidad nos permite aproximarnos a la forma que resultaría una propiedad emergente de la interacción recíproca —dinámica— entre estructura y función, pero que debe ser entendida en términos de la paradójica simultaneidad entre lo constante y cambiante de los fenómenos.

De lo anterior se deriva el problema de la naturaleza del objeto de estudio, es decir, cómo concebir al comportamiento psicosocial en tanto poseedor de características fractales. En relación con esto cabe destacar la noción de *objetos naturales*, que para Mandelbrot (1975, 23) son “‘sistemas’, en el sentido de que están formados por muchas partes distintas, articuladas entre ellas, y la dimensión fractal describe un aspecto de esta regla de articulación”. Esto rescata la noción de sistemas donde “todo afecta todo lo demás” (Briggs y Peat, 1989, 110). De hecho, la noción de autosemejanza o simetría dentro de una escala se deriva de esta noción, ya que a distintas escalas que se observe un sistema se mantendrán ciertas propiedades del mismo.

A partir de esto tendríamos que, si se toma el concepto de fractal para estudiar el comportamiento psicosocial —interpersonal— en cualquiera de sus manifestaciones, ello incluiría asumir el objeto de estudio como sistema dinámico, considerando la fractalidad en el espacio y en el tiempo. En lo espacial, se tiene que el tipo de comportamiento psicosocial seleccionado es susceptible de manifestarse a distintas escalas de manera similar (que no igual), de tal forma que los problemas a estudiar no sólo se vinculan con niveles superiores de organización, sino que las relaciones que se observan también se mantienen a niveles inferiores, debiendo prestarse atención, en cada caso, a las diferencias y semejanzas correspondientes.

En relación con lo temporal, deben considerarse los aspectos del sistema que lo realimentan y que permiten su desarrollo en determinada dirección. A este respecto, y dada que la no linealidad de los sistemas dinámicos se relaciona con la desproporción entre causas y efectos, han de tomarse en cuenta todas las condiciones posibles que introduzcan cambios en la configuración y límites del objeto de estudio.

Esto hace que una manifestación del comportamiento psicosocial, en tanto fractal, sea estudiada tanto longitudinal como transversalmente, lo que lleva a hacer consideraciones acerca de las mediciones a realizar. En relación con esto, Briggs y Peat (1989, 83) destacan las mediciones cualitativas por sobre las cuantitativas; específicamente señalan que

“En la vieja matemática cuantitativa la medición de un sistema se concentra en indagar cómo la forma del movimiento afecta la cantidad de otras partes. En cambio, en la medición cualitativa se trata de mostrar la forma del movimiento del sistema como totalidad. En la modalidad cualitativa, los científicos no preguntan cuánto de esta parte afecta aquella parte, sino cómo luce el todo a medida que se mueve y cambia, cómo se compara un sistema integral con otro”.

Ciertamente las teorías de la complejidad, y específicamente la de los fractales —fundamentada en un número que describe la dimensión de los objetos— no abandonan lo numérico, sino que lo redefinen y relativizan en función de la dinámica del sistema; para lo psicosocial, siguiendo a Munné (1995, 6), cabría pensar en “qué y cómo lo cuantitativo puede adquirir trascendencia cualitativa”. Lo más importante estribaría, pues, en ser flexibles ante las características del propio objeto de estudio y hacer un uso de métodos de investigación tan variados como pertinentes; para Peat (1995, 364), ello hace que el propósito de la investigación, “más que buscar leyes fundamentales o ecuaciones,

(...) [sea] preguntar cómo los sistemas generan sus propias regularidades y patrones de comportamiento”.

Otro elemento que debe tomarse en cuenta es el rol que ha de ocupar el psicólogo —social, en este caso— a partir de esta epistemología. En las referencias revisadas aquí, salvo las consideraciones del papel del educador, a partir de la no linealidad de procesos como la resolución de problemas realizadas por Torre (1995), no se encuentran planteamientos directos a este respecto, aún cuando podrían derivarse a partir de aportes como los de Nowak et al (1994), cuando reconsideran a la disciplina de nuestro interés a partir de la no linealidad. A pesar de que este tema requeriría un tratamiento más exhaustivo, valga hacer dos puntualizaciones a este respecto.

Por un lado, dado el carácter mismo de la realidad, el psicólogo pasa a ser parte del sistema que estudia. Si bien su papel determinará las tareas a desempeñar, debe estar alerta no sólo a los cambios que se operan en el sistema estudiado, sino además a los que se producen en él mismo durante el proceso de investigación. Ello daría cuenta, en cierta forma, del propio patrón del fenómeno analizado, por lo que requeriría una exhaustividad mucho mayor en la búsqueda del dato científico, y con ello un dominio flexible de las técnicas de medida.

No debe obviarse a este respecto que, siguiendo los planteamientos de Munné (1996, 1997) en relación con el pluralismo teórico y metodológico requerido para un estudio adecuado del comportamiento psicosocial, la flexibilidad del investigador no sólo incluye un dominio metodológico, sino la consideración de que cada marco paradigmático (en este caso, de la psicología social) explica una parte de la dinámica de las relaciones interpersonales, por lo cual debe estarse atento a qué planteamientos son congruentes con aquéllo que se quiere conocer.

Y por otra parte, pensando en intervenciones de tipo grupal, el psicólogo social debe hacer uso de las teorías de la complejidad no sólo como marco para la comprensión de la realidad, sino como herramienta de estímulo a las personas con las que trabaje, elicitando en cada uno su propia capacidad de cambio y de búsqueda de alternativas, lo que desvincula al psicólogo, en sus relaciones con clientes o pacientes, de una estructura de poder piramidal (topología de difícil cabida en el enfoque fractal).

Ciertamente, la complejidad de la realidad psicosocial, a la luz de estos enfoques, puede resultar tanto estimulante como aversiva, dado el grado de dificultad del que se

revisten los fenómenos. Pero sin lugar a dudas, los grandes cambios de visión requieren asimismo de grandes esfuerzos, para que los patrones ocultos en ese aparente desorden arrojen, más que respuestas, nuevas preguntas de investigación que necesariamente redundarán en un quehacer constante, novedoso, equilibrado, azaroso, e invariablemente comprometido en todas las escalas del entorno social.

5. Referencias

Las fechas de los trabajos citados en el texto corresponden a las primeras ediciones en su idioma original, aún cuando se haya consultado una traducción con fecha posterior.

5.1. Bibliografía consultada

- Abraham, R. H., 1995. Erodynamics and the dischaotic personality. En F. D. Abraham y A. R. Gilgen (Eds.) *Chaos theory in psychology* (pp. 157-167). Londres: Praeger.
- Abraham, F. D. y Gilgen, A. R. (Eds.), 1995. *Chaos theory in psychology*. Londres: Praeger.
- Briggs, J. y Peat, F. D., 1994. *Espejo y reflejo: Del caos al orden. Guía ilustrada de la teoría del caos y la ciencia de la totalidad* (2ª ed.). Barcelona: Gedisa [Traducción del original en inglés *Turbulent mirror*. NY: Harper & Row, 1989].
- Brown, T. L. y Combs, A., 1995. Constraint, complexity, and chaos: A methodological follow-up on the Nostril Cycle. En R. Robertson y A. Combs (Eds.). *Chaos theory in Psychology and the life sciences* (pp. 61-64). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Burlingame, G. M.; Fuhriman, A. y Barnum, K. R., 1995. En F. D. Abraham y A. R. Gilgen (Eds.) *Chaos theory in psychology* (pp. 87-105). Londres: Praeger.
- Bütz, M. R., 1992. The fractal nature of the development of the self. *Psychological Reports*, 71(3), 1043-1063.
- Bütz, M. R., 1995. Emergence in neurological positivism and the algorithm of number in analytical psychology. En R. Robertson y A. Combs (Eds.). *Chaos theory in Psychology and the life sciences* (pp. 331-343). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Combs, A. y Winkler, M., 1995. The Nostryl Cycle: A study in the methodology of chaos science. En R. Robertson y A. Combs (Eds.). *Chaos theory in Psychology and the life sciences* (pp. 51-60). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Cutting, J. E. y Garvin, J. J., 1987. Fractal curves and complexity. *Perception & Psychophysics*, 42 (4), 365-370.
- Eiser, J. R., 1994. Toward a dynamic conception of the attitude: Consistency and change. En R. R. Vallacher y A. Nowak (Eds.). *Dynamical systems in social psychology* (pp. 197-218). San Diego: Academic Press.
- Gentry, T., 1995. Fractal geometry and human understanding. En F. D. Abraham y A. R. Gilgen (Eds.) *Chaos theory in psychology* (pp. 145-155). Londres: Praeger.
- Gilden, D. L.; Schmuckler, M. A. y Clayton, K., 1993. The perception of natural contour. *Psychological Review*, 100 (3), 460-478.

- Gleick, J., 1994. *Caos: La creación de una ciencia* (2ª ed.). Barcelona: Seix Barral [Traducción del original en inglés *Chaos – making a new science*. NY: Viking, 1987].
- Goldberger, A. L.; Rigney, D. R. y West, B. J. (1990). Caos y fractales en la fisiología humana. En A. Fernández-Rañada (Ed.), *Orden y caos* (pp. 108-116). Barcelona: Prensa Científica.
- Goldstein de Vainstoc, R. M., 1995. Los discursos de la postmodernidad: Complejidad y psicoanálisis. *Revista de Psicoanálisis*, 52 (1), 83-105.
- Koehler, G., 1995. Fractals and path-dependent processes: A theoretical approach for characterizing emergency medical responses to major disasters. En R. Robertson y A. Combs (Eds.). *Chaos theory in Psychology and the life sciences* (pp. 199-215). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Mandelbrot, B. B., 1996. *Los objetos fractales: Forma, azar y dimensión* (4ª ed.). Barcelona: Tusquets [Traducción del original en francés *Les objets fractals. Forme, hasard et dimension*. París: Flammarion, 1975, 1994.].
- Mandelbrot, B. B., 1997. *La geometría fractal de la naturaleza*. Barcelona: Tusquets [Traducción del original en inglés *The fractal geometry of the nature*. NY: Freeman, 1977, 1982, 1983].
- Mandelbrot, B. B., 1990. Montañas y dragones fractales: La intuición en la matemática y en las ciencias. En J. Wagensberg (Ed.). *Sobre la imaginación científica* (pp. 177-204). Barcelona: Tusquets.
- Marks-Tarlow, T., 1995. The fractal geometry of human nature. En R. Robertson y A. Combs (Eds.). *Chaos theory in Psychology and the life sciences* (pp. 275-283). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Munné, F., 1993. La teoría del caos y la psicología social: Un nuevo enfoque epistemológico para el comportamiento social. En I. Fernández y M. F. Martínez (Eds.), *Epistemología y procesos psicosociales básicos* (pp. 37-47). Madrid: Eudema.
- Munné, F., 1994a. *La Psicología Social com a ciència teòrica*. Barcelona: PPU.
- Munné, F., 1994b. Complejidad y caos: Más allá de una ideología del orden y el desorden. En M. Montero (Coord.), *Conocimiento, realidad e ideología* (pp. 11-18). Caracas: Avepso.
- Munné, F., 1995. Las teorías de la complejidad y sus implicaciones en las ciencias del comportamiento. *Revista Interamericana de Psicología*, 29 (1), 1-12.
- Munné, F., 1996. *Entre el individuo y la sociedad: Marcos y teorías actuales sobre el comportamiento interpersonal*. Barcelona: EUB.
- Munné, F., 1997. Pluralismo teórico y comportamiento psicosocial. *Psicología & Sociedade*, 9 (1-2), 31-46.
- Newtonson, D., 1994. The perception and coupling of behavior waves. En R. R. Vallacher y A. Nowak (Eds.), *Dynamical systems in social psychology* (pp. 139-167). San Diego: Academic Press.
- Nowak, A.; Lewenstein, M. y Vallacher, R. R., 1994. Toward a Dynamical Social Psychology. En R. R. Vallacher y A. Nowak (Eds.), *Dynamical systems in social psychology* (pp. 279-293). San Diego: Academic Press.
- Peat, F. D., 1995. Chaos: The geometrization of thought. En R. Robertson y A. Combs (Eds.). *Chaos theory in Psychology and the life sciences* (pp. 359-372). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Real Academia Española, 1970. *Diccionario de la lengua española*. Madrid: Espasa-Calpe.
- Robertson, R. y Combs, A. (Eds.), 1995. *Chaos theory in Psychology and the life sciences*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

- Sander, L. M. (1987). Crecimiento fractal. En A. Fernández-Rañada (Ed.) (1990), *Orden y caos* (pp. 91-98). Barcelona: Prensa Científica.
- Shanon, B., 1993. Fractal patterns in language. *New Ideas in Psychology*, 11 (1), 105-109.
- Torre, C. A., 1995. Chaos, creativity, and innovation: Towards a dynamical model of problem solving. En R. Robertson y A. Combs (Eds.). *Chaos theory in Psychology and the life sciences* (pp. 179-198). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Vallacher, R. R. y Nowak, A. (Eds.), 1994. *Dynamical systems in social psychology*. San Diego: Academic Press.
- Young, T. R., 1991. Chaos theory an the Simbolic Interaction theory: Poetics for the postmodern sociologist. *Symbolic Interaction*, 14 (3), 321-334.
- Zimmerman, B. J. y Hurst, D. K., 1992. *Breaking the boundaries: The fractal organization*. Paper submitted for SMJ special issue on Corporate Restructuring.

5.2. Datos de los resúmenes obtenidos a través de PsycLIT (se exceptúan los artículos consultados, que figuran en el aparte anterior)

- Abbott, A., 1990. Positivism and interpretation in sociology: Lessons for sociologists from the history of stress research. *Sociological Forum*, 5 (3), 435-458.
- Aks, D. J. y Sprott, J. C., 1996. Quantifying aesthetic preference for chaotic patterns. *Empirical Studies of the Arts*, 14 (1), 1-16.
- Alados, C. L.; Escos, J. M. y Emlen, J. M., 1996. Fractal structure of sequential behaviour patterns: An indicator os stress. *Animal Behaviour*, 51 (2), 437-443.
- Brady, N.; Bex, P. J. y Fredericksen, R. E., 1997. Independent coding across spatial scales in moving fractal images. *Vision Research*, 37 (14), 1873, 1883.
- Bullmore, E.; Brammer, M.; Harvey, I.; Persaud, R. et al, 1994. Fractal analysis of the boundary between white matter an cerebral cortex in magnetic resonance images: A controlled study of schizophrenic and manic-depressive patients. *Psychological Medicine*, 24 (3), 771-780.
- Buttler, D. L., 1991. Simple geometric fractals. *Behavior Research Methods, Instruments and Computers*, 23 (2), 160-165.
- Cole, B. J., 1995. Fractal time in animal behavior: The movement activity of Drsophila. *Animal Behaviour*, 50 (5), 1317-1324.
- Combs, A.; Winkler, M. y Dalley, C., 1994. A chaotic system analysis in feeling states. *Psychological Record*, 44 (3), 359-368.
- Coughlin, D. J., Strickler, J. R. y Sanderson, B., 1992. Swimming and search behavior in clownfish, *Amphirion perideraion*, larvae. *Animal Behaviour*, 44 (3), 427-440.
- Craven, B. J. y Watt, R. J., 1989. The use of fractal image statistics in the estimation of lateral spatial extent. *Spatial Vision*, 4 (4), 223-239.
- Csanadi, M. y Loerincz, A., 1992. Neural network formalization of the Hungarian Party-state system. *Behavioral Science*, 37 (2), 81-108.
- Duparc, F., 1990. Les pieges de la complexite. *Revue Française de Psychanalyse*, 54 (6), 1623-1624.
- Erkmen, A. M. y Stephanou, H. E., 1990. Information fractals for evidential pattern classification. *IEEE-Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, 20 (5), 1103-1114.

- Faure-Pragier, S. y Pragier, G., 1991. Complectude des fantasmes originaires. *Revue Française de Psychanalyse*, 55 (5), 1177-1183.
- Frigione, F., 1996. La simmetria spezzata: La psicoterapia, creazione dello spazio-tempo individuale. *Giornale Storico di Psicologia Dinamica*, 20 (39), 11-32.
- Garofoli, F., 1997. La geometria della vita da Carl Gustav Jung e Italo Calvino. *Giornale Storico di Psicologia Dinamica*, 21 (41), 157-168.
- Globus, G. G., 1992. Toward a non-computational cognitive neuroscience. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 4 (4), 299-310.
- Globus, G. G. y Arpaia, J. P., 1994. Psychiatry and the new dynamics. *Biological Psychiatry*, 35 (5), 352-364.
- Hertrich, I.; Lutzenberger, W.; Spieker, S. y Ackermann, H., 1997. Fractal dimension of sustained vowel productions in neurological dysphonias: A acoustic and electroglottographic analysis. *Journal of the Acoustic Society of America*, 102 (1), 652-654.
- Hoeger, R., 1992. Chaos-Forschung und ihre Perspektiven fuer die Psychologie. *Psychologische Rundschau*, 43 (4), 223-231.
- House, G. y Zelhart, P., 1995. Agreement between two methods of computing the fractal dimensions of complex figures. *Perceptual and Motor Skills*, 80 (2), 377-378.
- Inchingolo, G. M., 1994. Psycho-biological adaptative dynamics in aging populations. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 4, 107-116.
- Jordan J. S., 1997. Individual and group action as the control of image-schemas accross fractal time-scales: A response to Vandervert. *New Ideas in Psychology*, 15 (2), 127-131.
- Knill, D. C.; Field, D. y Kersten, D., 1990. Human discrimination of fractal images. *Journal of the Optical Society of America*, 7 (6), 1113-1123.
- Kriz, J., 1996. Fraktalce codierung und gestaltprinzipien. *Gestalt Theory*, 18 (2), 148-156.
- Kuikka, J. y Tiihonen, J., 1998. Fractal analysis: A new approach in brain receptor imaging. *Annals of Medicine*, 30 (3), 242-248.
- Kumar, T.; Zou, P. y Glaser, D. A., 1993. Comparison of human performance with algorithms for estimating fractal dimension of fractional Brownian statistics. *Journal of the Optical Society of America*, 10 (6), 1136-1146.
- Laurini, R. y Milleret-Raffort, F., 1992. A conceptual framework for multiple representations of spatial objects with the entity-relationship approach. *Computers, Environment and Urban Sciences*, 16 (4), 299-311.
- Lesche, C., 1992. On death: Preliminary communication. *Scandinavian Psychoanalytic Review*, 15 (2), 131-149.
- Liotta, E., 1994. Animus e creativita in psicoterapia. *Giornale Storico de Psicologia Dinamica*, 18 (36), 55-65.
- Ludwig, A. M., 1998. Method and madness in the arts and sciences. *Creativity Research Journal*, 11 (2), 93-101.
- Lutzenberger, W., Elbert, T. Birbaumer, N., Ray, W. J. et al, 1992. The scalp distribution of the fractal dimension of the EEG and its variation with mental tasks. *Brain Topography*, 5 (1), 27-34.
- Marchais, P., 1988. Formes et evolutions "fractales" du trouble mental. *Annales Medico Psychologiques*, 146 (1), 966-973.

- Marchais, P., 1990. De l'ordre au chaos en psychiatrie. *Annales Medico Psychologiques*, 148 (3), 256-261.
- Marcondes-Gody, L., 1995. Figura F: Um chiste visual?. *Revista Brasileira de Psicanálise*, 29 (4), 893-912.
- Mather, G., 1997. The use of image blur as a depth cue. *Perception*, 26 (9), 1147-1158.
- Merrill, J. W. y Port, R. F., 1991. Fractally configured neural networks. *Neural Networks*, 4 (1), 53-60.
- Meyer, M.; Rahmel, A.; Marconi, C.; Grassi, B.; Skinner, J. E. y Cerretelli, P., 1998. Is the heart preadapted to hypoxia?. Evidence from fractal dynamics of heartbeat interval fluctuations at high altitude (5,050 m). *Integrative Physiological and Behavioral Science*, 33 (1), 9-40.
- Michaels, M. D., 1898. The chaos paradigm. *Organization Development Journal*, 7 (2), 31-35.
- Miyashita, Y., 1988. Neuronal correlate of visual associative long-term memory in the primate temporal cortex. *Nature*, 335 (6193), 817-820.
- Miyashita, Y., Higuchi, S.; Sakai, K. y Masui, N., 1991. Generation of fractal patterns for probing the visual memory. *Neuroscience Research*, 12 (1), 307-311.
- Miyashita, Y., Date, A. y Okuno, H., 1993. Configurational encoding of complex visual forms by single neurons of monkey temporal cortex. *Neuropsychologia*, 31 (10), 1119-1131.
- Passmore, P. J. y Johnston, A., 1995. Human discrimination of surface slant in fractal and related textured images. *Spatial Vision*, 9 (1), 151-161.
- Pediadiatakis, N., 1996. The occurrence of schizophrenia in monozygotic twins and fractan dendritic development. *Archives of General Psychiatry*, 53 (1), 85.
- Podivinsky, F.; Jergelova, M. y Koncek, V., 1993. What is within and what is beyond the reflex arc? Trafficking message machinery from neuron to higher brain functions and consciousness. *Homeostasis in Health and Disease*, 34 (3-4), 176-178.
- Postma, E. O.; Van den Herik, H. J. y Hudson, P. T. W., 1997. SCAN: A scalable model of attentional selection. *Neural Networks*, 10 (6), 993-1015.
- Pragier, G. y Faure-Pragier, S., 1990. Un siècle après "Esquisse": Questions pour aujourd'hui. *Revue Française de Psychanalyse*, 54 (6), 1503-1529.
- Quinodoz, J. M., 1997. Transitions in psychic structures in the light of deterministic chaos theory. *International Journal of Psycho Analysis*, 78 (4), 699-718.
- Ray, W. J., 1997. EEG concomitants of hypnotic susceptibility. *International Journal of Clinical and Experimental Hypnosis*, 45 (3), 301-313.
- Read, T., 1997. Chaos, quanta and the implicate order: Can advances in mathematics and physics inform our work as psychotherapists?. *Group Analysis*, 30 (1), 67-80.
- Remer, R., 1996. Chaos theory and the canon of creativity. *Journal of Group Psychotherapy, Psychodrama and Sociometry*, 48 (4), 145-154.
- Sarraille, J. y Myers, L. S., 1994. FD3: A program for measuring fractal dimension. *Educational and Psychological Measurement*, 54 (1), 94-97.
- Schiepek, G., Kowalik, Z. J.; Schuetz, A.; Koehler, M. et al, 1997. Psychotherapy as a chaotic process: I. Coding the client-therapist interaction by means of sequential plan analysis and the search for chaos: A stationary approach. *Psychotherapy Research*, 7 (2), 173-194.
- Schmidt, R. C.; Beek, P. J.; Treffner, P. J. y Turvey, M. T., 1991. Dynamical substructure of coordinated rhythmic movements. *Journal of Experimental Psychology, Human Perception and Performance*, 17 (3), 635-651.

-
- Skinner, H. A., 1989. Butterfly wings flapping: Do we need more "chaos" in understanding addictions?. *British Journal of Addiction*, 84 (4), 353-356.
- Skolnik, T., 1994. Paradigms, beliefs and causality. *Gestalt Journal*, 17 (2), 63-91.
- Spruiell, V., 1993. Deterministic chaos and the sciences of complexity: Psychoanalysis in the midst of a general scientific revolution. *Journal of the American Psychoanalytic Association*, 41 (1), 3-44.
- Tuller, B.; Ding, M. y Kelzo, J. A. S., 1997. Fractal timing of verbal transforms. *Perception*, 26 (7), 913-928.
- Usher, M.; Stemmler, M.; Koch, C. y Olami, Z., 1994. Network amplification of local causes high spike rate variability, fractal firing patterns and oscillatory local fields potentials. *Neural Computation*, 6 (5), 795-836.
- Vandervert, L. R., 1990. Systems thinking and neurological positivism: Further elucidations and implications. *Systems Research*, 7 (1), 1-17.
- Vandervert, L. R., 1991. A measurable and testable brain-based emergent interactionism: An alternative to Sperry's mentalist emergent interactionism. *Journal of Mind and Behavior*, 12 (2), 201-219.
- Vandervert, L. R., 1992. The emergence of brain and mind amid chaos through maximum-power evolution. *World Futures: The Journal of General Evolution*, 33 (4), 253-273.
- Vaughan, J., 1992. The dimensions of computing. *Behavior Research Methods, Instruments and Computers*, 24 (2), 109-115.
- Vickers, D.; Vincent, N. y Medvedev, A., 1996. The geometric structure, construction, and interpretation of path-following (trail-making) tests. *Journal of Clinical Psychology*, 52 (6), 651-661.
- Weinhold, J. B. y Weinhold, B. K., 1995. Global psychotherapy: healing the whole person and the whole world. *Journal of Psychohistory*, 23 (2), 202-225.
- Wilbur, M. P.; Kulikovich, J. M.; Robets, W. y Torres-Rivera, E., 1995. Chaos theory and counselor training. *Counseling and Values*, 39 (2), 129-144.

Índices

Índice de contenidos

Fractalidad y comportamiento psicosocial: Análisis de relaciones posibles	1
Resumen / Abstract	1
1. Introducción	1
2. Teoría de Fractales	3
2.1. Antecedentes	3
2.2. Definición y características generales de los fractales	5
2.3. Comentario acerca de la teoría de fractales	7
3. La fractalidad en Psicología y Psicología Social	8
3.1. Psicofisiología	10
3.2. Cognición	11
3.3. Psicoanálisis	12
3.4. Interacción social	13
3.5. Organizaciones	14
4. A modo de conclusión:	15
La fractalidad como epistemología del comportamiento psicosocial	
5. Referencias	19
5.1. Bibliografía consultada	19
5.2. Datos de los resúmenes obtenidos a través de PsycLIT	21
Índices	25
Índice de contenidos	25
Índice de cuadros	25

Índice de cuadros

TABLA 1: Resúmenes de artículos sobre Fractales aparecidos en el <i>Psychological Abstracts</i> (desde 1988 hasta 1998)	9
TABLA 2: Áreas de aplicación de los resúmenes de artículos sobre Fractales aparecidos en el <i>Psychological Abstracts</i> (desde 1988 hasta 1998)	9