La Evolución De Los Fractales

Boris Rodriguez Marquez
sirboris2004@yahoo.com

RESUMEN

En el presente artículo se hará una síntesis de la evolución que sufren actualmente los Fractales como parte de la Inteligencia Artificial pues son una herramienta muy innovadora en el campo de la matemática, tratamiento de imágenes estáticas y dinámicas, películas de ciencia ficción, etc. y un ejemplo clásico es el de si se toma una esfera y amplía o disminuye bastante la escala con la que la ve, es evidente que sigue teniendo una esfera pero, sin embargo, su estructura no siempre resulta apreciable a simple vista; de hecho, ésta es la razón por la cual se consideró durante tantos siglos que la Tierra era plana. En cambio, si observa una fotografía de un fragmento de costa (el ejemplo más difundido de fractal en la naturaleza) y lo amplia, verá que consta de múltiples y diminutos fragmentos que recuerdan también a una costa, con sus diminutas bahías y cabos. En esencia, esto es precisamente un fractal: un objeto geométrico que mantiene su estructura en un rango infinito de escalas. El extraordinario mundo fractal se ha popularizado gracias a las amplias posibilidades gráficas de los modernos ordenadores, que nos muestran su belleza y su cada vez mayor utilidad práctica. Estas pocas páginas son un limitado espacio que sólo permiten conocer de una manera general la evolución que tienen los Fractales hasta nuestros días pues este es un universo geométrico, tan apasionante y novedoso, que nos sorprende cada vez mas y mas, espero que con este pequeño resumen pueda usted tener una visión panorámica de los Fractales, lo suficientemente atractiva como para que se lance a descubrir por su cuenta las peculiaridades de los Fractales.

Palabras Claves

Las Palabras más sobresalientes y al mismo tiempo son de término técnico son: fractal, iteración, dimensión, función, conjunto de Mandelbrot.

1. INTRODUCCIÓN

Los Fractales fueron concebidos aproximadamente en 1890 por el francés Henri Poincaré. Sus ideas fueron extendidas más tarde fundamentalmente por dos matemáticos también franceses, Gastón Julia y Pierre Fatou, hacia 1918. Se trabajó mucho en este campo durante varios años, pero el estudio quedó congelado en los años '20. El estudio fue renovado a partir de 1974 en IBM y fue fuertemente impulsado por el desarrollo de la computadora digital.

El Dr. Mandelbrot, de la Universidad de Yale, con sus experimentos de computadora, es considerado como el padre de la geometría fractal. En honor a él, uno de los conjuntos que él investigó fue nombrado en su nombre. Otros matemáticos, como Douady, Hubbard y Sullivan trabajaron también en esta área explorando más las matemáticas que sus aplicaciones. Desde la década del '70 este campo ha estado en la vanguardia de los matemáticos contemporáneos. Investigadores como el Dr. Robert L. Devaney, de la Universidad de Boston ha estado explorando esta rama de la matemática con la ayuda de las computadoras modernas.

2. MARCO TEÓRICO

El matemático francés Benoit Mandelbrot acuñó la palabra fractal en la década de los '70, derivándola del adjetivo latín fractus. El correspondiente verbo latino: frangere, significa romper, crear fragmentos irregulares.

El Fractal es, matemáticamente, una figura geométrica que es compleja y detallada en estructura a cualquier nivel de magnificación. A menudo los Fractales son semejantes a sí mismos; esto es, poseen la propiedad de que cada pequeña porción del fractal puede ser visualizada como una réplica a escala reducida del todo. Existen muchas estructuras matemáticas que son Fractales: el triángulo de Sierspinski, la curva de Koch, el conjunto Mandelbrot, los conjuntos Julia, y muchas otras.

La característica que fue decisiva para llamarlos Fractales es su dimensión fraccionaria. No tienen dimensión uno, dos o tres como la mayoría de los objetos a los cuales estamos acostumbrados. Los Fractales tienen usualmente una dimensión que no es entera, ni uno ni dos, pero muchas veces entre ellos.

Es importante reconocer que los Fractales verdaderos son una idealización. Ninguna curva en el mundo real es un fractal verdadero; los objetos reales son producidos por procesos que actúan sólo sobre un rango de escalas finitas. En otras palabras, los objetos reales no tienen la infinita cantidad de detalles que los Fractales ofrecen con un cierto grado de magnificación.

Existe una noción de dimensión fractal (fraccional) la que nos provee la manera mas apropiada para medir la rugosidad de una curva. Normalmente consideramos que los puntos tienen dimensión 0, las líneas 1, las superficies 2 y los volúmenes 3. A esta idea de dimensión se lo llama dimensión topológica. Sin embargo, una curva rugosa que recorre una superficie puede ser tan rugosa que casi llene la superficie en la que se encuentra. Superficies como el follaje de un árbol o el interior de un pulmón pueden efectivamente ser tridimensionales. Podemos, entonces, pensar de la rugosidad como un incremento en la dimensión: una curva rugosa tiene una dimensión entre 1 y 2, y una superficie rugosa la tiene entre 2 y 3.

El conjunto de Mandelbrot es generado por iteraciones. Iteración significa repetir un proceso varias veces. En matemática este proceso es casi siempre la aplicación de una función. Para el conjunto de Mandelbrot, la función involucrada es la función no-lineal más simple de imaginar, z2 + c, donde c es una constante. Veremos más tarde el valor exacto de c.

Para iterar z2 + c, comenzamos con lo que llamaremos una semilla para la iteración. Esta semilla es un número (real o complejo) que representaremos por z0. Aplicando la función z2 + c a z0 obtenemos un nuevo número:
z1 = z02 + c

Ahora, iteraremos usando el resultado del cálculo anterior para el cálculo siguiente:

z2 = z12 + c
z3 = z22 + c
z4 = z32 + c
z5 = z42 + c

así sucesivamente. La lista de números z0, z1, z2,... generada por esta iteración se denomina órbita de z0 bajo la iteración de z2 + c.

El conjunto Mandelbrot introduce algo de geometría en la observación fundamental mencionada anteriormente. La definición precisa es: El conjunto Mandelbrot M, consiste de todos aquellos valores (complejos) de c cuyas órbitas de 0 bajo z2 + c correspondientes no escapan al infinito. De nuestros cálculos anteriores, vemos que c = 0, -1, -1.1, -1.3, -1.38 e i pertenecen al conjunto Mandelbrot, mientras que c = 1 y c = 2i no pertenecen.

3. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

En el amplio espacio que tiene el estudio de la computación, pocos aspectos han experimentado un desarrollo tan acelerado como el dirigido a la creación de gráficos. Esto es comprobable en el mundo de la alta gerencia de la industria y el comercio.

Cualquier estado de cuentas, presupuesto y presentación ante una determinada reunión es más efectiva si se realiza acompañada de gráficos de calidad. El mismo dicho de que una imagen vale más que mil palabras es aplicable a los gráficos que hoy, gracias a la tecnología actual, se logran con una calidad y nitidez realmente asombrosas. Hoy en día el procesamiento de imágenes tiene una atención especial en el mundo de la informática, basta con obtener la gran diversidad de modelos para procesar imágenes y técnicas para el desarrollo de imágenes animadas.

El manejo de información visual y los problemas que esto implica se ha desarrollado en forma explosiva y es el momento donde encontramos grupos y empresas dedicados a:

* La graficación por computadora.
* La animación.
* El reconocimiento de imágenes.
* El almacenamiento y recuperación de información visual, entre otras muchas.

Sin embargo, esta misma explosión de aplicaciones y desarrollos ha propiciado una fuerte competencia por un lado, y un aumento de la complejidad del área por el otro, ocasionando la misma proliferación de herramientas con una serie de métodos y técnicas de manejo de información visual, que al contrario de las tradicionales, tienden a facilitar su manejo.

Es por eso que decimos que los Fractales han sido y están siendo usados de varias maneras. Tanto artistas como científicos están intrigados por el gran valor de los Fractales. Los Fractales están siendo aplicados en campos que van desde la compresión de imágenes hasta las finanzas. Recién estamos comenzando a darnos cuenta de la importancia y de la utilidad de la geometría fractal.

Una de las más estrechas relaciones con la realidad es la similitud entre Fractales y objetos de la naturaleza. La semejanza entre los Fractales y ciertos objetos de la naturaleza es tan grande que no podemos dejar de tenerla en cuenta. Fórmulas matemáticas son usadas para modelar formas naturales semejantes a sí mismas.

Una de las aplicaciones más útiles de los Fractales y de la geometría fractal está en la compresión de imágenes. Es también una de las ideas más controversiales. El concepto básico detrás de la compresión fractal de imágenes es tomar una imagen y expresarla como un Sistema de Funciones Iteradas (SFI). Un SFI es el conjunto de funciones que describen partes de un fractal que, una vez juntas, recrean dicho fractal en su totalidad. Si un fractal puede ser descrito por un número pequeño de funciones, el SFI es una descripción bastante compacta del fractal. La imagen puede ser rápidamente desplegada y a cualquier grado de magnificación con infinitos niveles de detalle fractal. El mayor problema detrás de esta idea es encontrar el SFI que describa la imagen.

Los Fractales actualmente ya se los utilizan en múltiples campos científicos para realizar estudios y simulaciones de diversos procesos de aplicación en la industria: percolación, proteínas, turbulencias, meteorología, etc. Sin embargo y como es lógico, estos modelos son muy intrincados y su comprensión queda para profesionales especialistas.

Por tanto, parece como si nuestro papel se redujese al de meros espectadores… Y eso nos lleva directamente al cine. Aunque pueda resultarle sorprendente, le aseguro que más de una vez habrá visto en la gran pantalla Fractales generados por ordenador, especialmente en las películas de ciencia ficción. ¿Quién no recuerda la Estrella de la Muerte o la luna de Endor de la ya clásica trilogía de La Guerra de las Galaxias? ¿Y por qué utilizar Fractales? … Imagine que en un film se precisa mostrar un cuerpo celeste como fondo, y sin una resolución excesiva.

Si se almacenaran en memoria todas sus características físicas, esto exigiría un consumo enorme de recursos informáticos; en cambio un fractal conlleva menos necesidades y ofrece una imitación bastante aceptable visualmente. Lo mismo sucede si se pretende introducir en la película ficticiamente lluvia, tormentas, nubes, etc.

Actualmente la mayoría de las grandes películas taquilleras están basadas en los efectos visuales (¿dónde están esos maravillosos guiones de antaño?) y, por razones económicas, gran parte se realizan por ordenador. Tenga por seguro que bastantes de ellos están basados en algoritmos Fractales.

En el campo de la transmisión de imágenes, y piense que un vídeo no es más que una sucesión de imágenes, los Fractales se van consolidando como una alternativa para comprimirlas, frente a formatos tan populares como los Gif o Jpg.

La ventaja que ofrece este novedoso sistema, es la gran reducción que logra en el tamaño del fichero resultante, la relativa rapidez en generar la imagen y (recuerde que se trata de Fractales) el mantenimiento de la calidad y nitidez cuando se amplia la imagen.

Por el contrario, el tiempo necesario para comprimir fractalmente es notablemente superior al de los otros métodos. Los algoritmos de compresión fractal son, como puede suponer, ciertamente complicados y no tiene sentido que se intente explicar conceptos como transformaciones afines contractivas, bloques de rango y de dominio, algoritmos genéticos, fitness, etc.9, así que este presente artículo se limitara a proporcionar diferentes programas de aplicación para que se vea como se trabaja con Fractales en nuestro ordenador por ejemplo con imágenes ya comprimidas fractalmente, que corresponden a ficheros de extensión Fif (Fractal Image Format).

4. APLICACIONES

Para visualizar los Fif online usted tiene que instalar el programa Fractal Viewer fig.1 que encontrará en http://www.altamira-group.com/

Se ofrece en un fichero ejecutable de menos de un mega y, una vez descargado en su ordenador, cierre su navegador de Internet y haga doble clic sobre el ejecutable para proceder a la instalación. En esa misma dirección podrá descargar y/o ver diversos ejemplos de imágenes Fractales para comprobar que la instalación del software funciona correctamente.

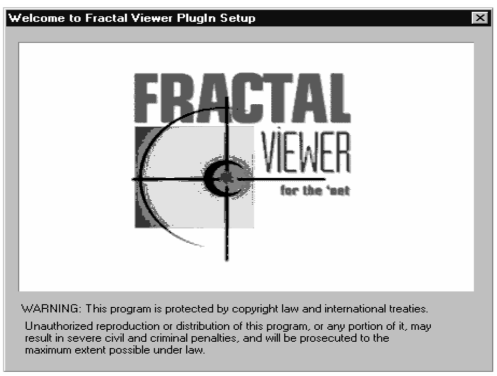

Figura 1. Fractal Viewer

Observe, cuando esté viendo online un Fif, que el cursor del ratón se transforma en una lupa al colocarlo sobre la imagen y si hace clic con el botón izquierdo conseguirá un efecto de zoom fig.2. Pulsando el botón derecho desplegará el menú de opciones que le permite, entre otras cosas, grabar esa imagen en formato Fif o Bmp.

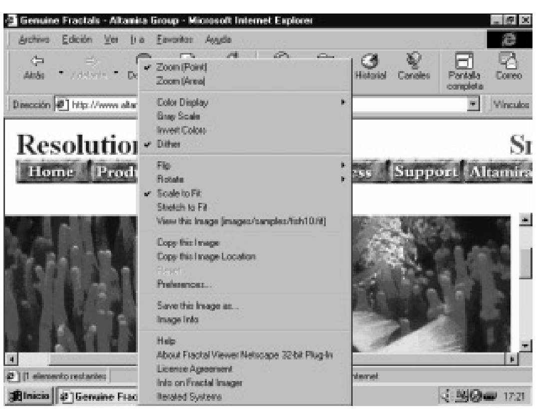

Figura 2. Pantalla principal del Fractal Viewer

Si quiere visualizar ficheros Fif sin necesidad de conectarse a Internet, puede asociarlos a su navegador o utilizar el excelente Graphic Workshop fig. 3, este programa, que le permite entre otras cosas cambiar el formato de las imágenes, transformarlas, efectuar carruseles, añadir texto, etc., es shareware y puede encontrarlo en http://tucows.arrakis.es/windows95.html

Ahora se ofrece la versión profesional 2.0 que ocupa casi cinco megas y viene en un fichero ejecutable que se encarga de la instalación. En esta nueva actualización se han mejorado y ampliado las prestaciones de este utilísimo programa, que ya eran bastantes buenas, por lo que es sumamente aconsejable que lo descargue de la dirección anterior.

Figura 3. Graphic Workshop Profesional

Para que se haga una idea de las potencialidades desde la compresión fractal, nada mejor que un ejemplo. Si tomamos la siguiente imagen de 640x480 en 256 colores fig. 4:

Figura 4. Ejemplo de una imagen en Fif

En formato Bmp ocupa alrededor de 300 Kb y, en cambio, almacenada en Fif ronda los 26 Kb, que es menos de la mitad del equivalente Jpg con una calidad de sólo el 75%. Como ve, la disminución en el tamaño de los ficheros gráficos comprimidos fractalmente es muy notable.

Pero no sólo el tratamiento de imágenes está relacionado con los Fractales11. También está muy en boga la composición de música generada por ordenador y basada en algoritmos Fractales. En

Internet, como siempre, podrá encontrar bastante información sobre este tema, por lo que le remito a que consulte en cualquier buscador. Sin embargo, no puedo dejar de citar la página personal de José Angel Navarro (http://www.distrito.com/fract/janc/) donde se ofrecen varios programas realizados por él mismo que le permitirán, según palabras del autor, "ver música y escuchar las imágenes".

Por ejemplo, su Lorenz es francamente atractivo y la versión MS-DOS incluso graba los ficheros Midi generados. Otra página sumamente interesante, y en la que encontrará cantidad de software para generar música fractal, además de galerías de imágenes, temas curiosos y programas de todo tipo, es http://www.organised-chaos.com/index.html

Si quiere apreciar en toda su plenitud la belleza de los Fractales le aconsejo que descargue de Internet el excelente Fractint (¡que es freeware!), localizable en la siguiente dirección, donde además encontrará una completísima información sobre este tema http://spanky.triumf.ca/www/fractint/fractint.html

Allí, además de una amplia documentación, también hallará varias galerías de artísticas imágenes Fractales fig. 5:

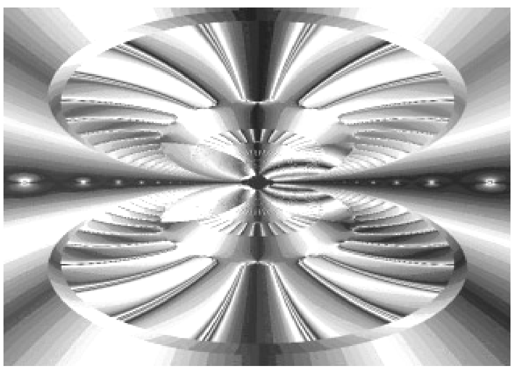

Figura 5. Ejemplo de una imagen en una galería fractal

La última versión disponible en el momento de escribir este artículo es la 19.6 que, aunque está diseñada para MS-DOS, funciona sin problemas en Windows 95-98SE-ME-XP(con algunas limitaciones). El software se ofrece en un fichero comprimido de 655 Kb, por lo que deberá descomprimirlo6. Luego active Fractint y entrará en la nada sofisticada pantalla de introducción del programa.

En primer lugar seleccione el modo de vídeo correspondiente a su ordenador y, después de visionar el fractal, pulse la tecla Esc para retornar a un menú principal ampliado. Elija el tipo de fractal que desea generar (la tecla F2 le muestra información sobre la generación) e introduzca los parámetros que considere adecuados. Recuerde que probar no cuesta nada y que hay infinitos parámetros diferentes a introducir, por lo que puede obtener gráficos nunca vistos anteriormente… ¡Un universo infinito a su disposición!!!.

Cuando visualice su fractal en pantalla como podemos observar en la fig. 6 puede utilizar el ratón para seleccionar una parte rectangular cualquiera de él y, cuando pulse Enter, se le mostrará ampliada.

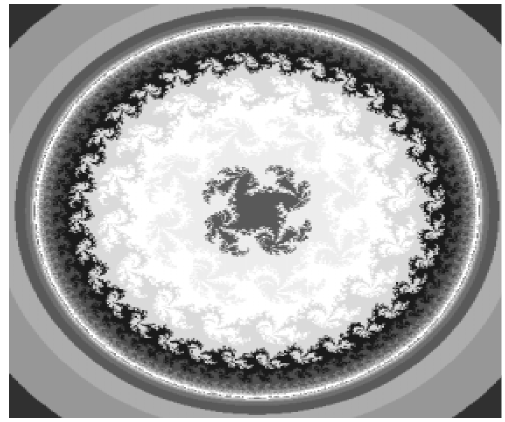

Figura 6. Imagen de un Fractal

Otra aplicación muy interesante que se tiene online es Geoma el cual es un programa de apoyo en el diseño de piezas de joyería, que inspira al diseñador con un abanico de formas novedosas, planteándole nuevas líneas de exploración o ayudándole a refinar ideas prometedoras para obtener las piezas finales. Basado en métodos Fractales compatibles con las técnicas actuales de fabricación de joyas (prototipos artesanales e impresión en cera.

Geoma está desarrollado para su utilización a través de *Internet*, de manera que con los navegadores convencionales se puede llevar a cabo el proceso de diseño de una joya desde cualquier ordenador conectado a la red. Los resultados obtenidos pueden guardarse en una carpeta de diseños particular de cada usuario y exportarse a los formatos gráficos convencionales, para su edición posterior con programas especializados.

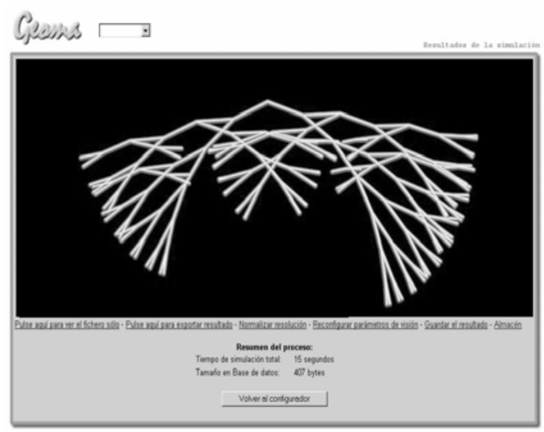

Figura 7. Pantalla de presentación de Geoma

Una novedosa aplicación es Ultra Fractal la cual es la mejor herramienta para crear arte fractal y animaciones Fractales. Ya sea que seas un diseñador gráfico, un artista fractal profesional, un productor de vídeos, o un completo principiante, con Ultra Fractal versión 5 es muy fácil crear hermosas imágenes Fractales, texturas animadas, y fondos Fractales con movimiento.

Otra de las tantas aplicaciones que se pueden encontrar es el Ultra Fractal 5 está disponible en dos ediciones: la Edición Animación (Animation Edition) y la Edición Estándar (Standard Edition). La diferencia es que la Edición Estándar no comprende las animaciones ni los cálculos en red. Siempre puedes descargar e instalar otra edición más tarde si cambias de opinión. La versión descargada es completamente funcional, excepto que las imágenes exportadas y rendidas serán marcadas como escritas por una copia de evaluación.

Una aplicación muy interesante y práctica es Fractal Orbits de P. Packard. fig. 8 http://spanky.triumf.ca/www/welcome1.html

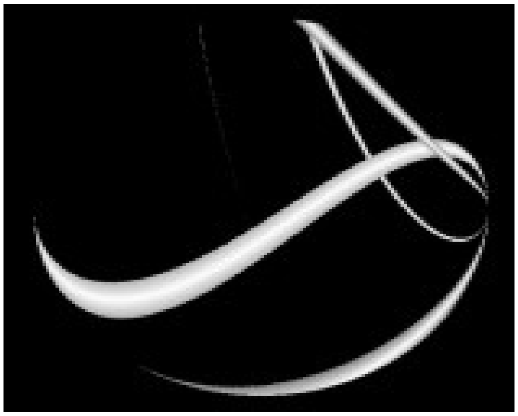

Figura 8. Imagen creada con Fractal Orbits.

Phil Packard ofrece un buen número de posibilidades gráficas para la creación de imágenes Fractales a través de este programa, generando órbitas a partir de zonas específicas de un fractal. Fractal Orbits utiliza el formato GIF para el almacenamiento de datos, lo que permite guardar los parámetros Fractales junto con la imagen en el mismo archivo.

Pese a que su manejo no es demasiado complicado, lo más habitual es sudar tinta hasta conseguir una de esas imágenes que nos hacen exclamar ¡guau!. Por otra parte, aconsejo que os planteéis actividades alternativas (hacer café, ordenar la habitación, etc.) para ponerlas en práctica durante el proceso de una imagen, ya que puede alargarse un poco.

5. CONCLUSIÓN

Después de todo lo expuesto anteriormente, podemos concluir que, aunque la geometría fractal aún no se haya entendido completamente, posee aplicaciones realmente útiles en distintos campos, y es en sí sumamente fascinante.

Muchos investigadores continúan su exploración a través de esta área, como Douady, Hubbard, Yoccoz, McMullen y otros, pero mucho más queda por ser descubierto. La generación de formas Fractales puede ser obtenida a través de la computadora, por medio de algoritmos geométricos simples.

Es importante y apasionante el estudio de la geometría fractal, dada su estrecha relación con diversos fenómenos naturales, así como su vinculación con las teorías de percolación, caos y autómatas celulares; por lo que el panorama de investigación está muy lejos de haberse agotado.

6. BIBLIOGRAFÍA

[1] Página Web “Concepto general de Fractal” disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Fractal, leído el 25-10-2008.

[2] Página Web “Geometría Fractal” disponible en: http://coco.ccu.uniovi.es/geofractal/, leído el 25-10-2008.

[3] Página Web “Concepto de Fractales” disponible en: http://www.cienciateca.com/fractales.html, leído el 25-10-2008.

[4] Página Web “Descubriendo Fractales” disponible en: http://www.oni.escuelas.edu.ar/olimpi99/fractales/principal.htm, leído el 25-10-2008.

[5] Página Web “La Belleza de los Fractales en las Matemáticas” disponible en: http://www.geocities.com/CapeCanaveral/Cockpit/5889/, leído el 25-10-2008.

[6] Página Web “Principios Básicos en la Generación de Fractales” disponible en: http://www.azc.uam.mx/publicaciones/enlinea2/num2/2-2.htm, leído el 25-10-2008.

[7] Página Web “SISTEMAS FRACTALES, CAOS Y HOLISTICA EN EL ANALISIS TERRITORIAL : LA GEOGRAFIA FRACTAL” disponible en: http://www.livingstone-globe.com/fractal8790/index.html, leído el 25-10-2008

[8] Página Web “Area Fractal” disponible en: http://www.arrakis.es/~sysifus/intro.html, leído el 25-10-2008.

[9] Página Web “Fractal Grower” disponible en: http://www.cs.unm.edu/~joel/PaperFoldingFractal/, leído el 25-10-2008.

[10] Libro “Tratamiento de Imágenes con Fractales”, Autor: FRANCISCO JAVIER GARCÍA GÓMEZ integrante de la Dirección General del ENP, leído el 25-10-2008.

[11] Página Web “PRINCIPIOS BASICOS EN LA GENERACION DE FRACTALES” disponible en: http://www.azc.uam.mx/publicaciones/enlinea2/num2/2-2.htm#A, leído el 25-10-2008