

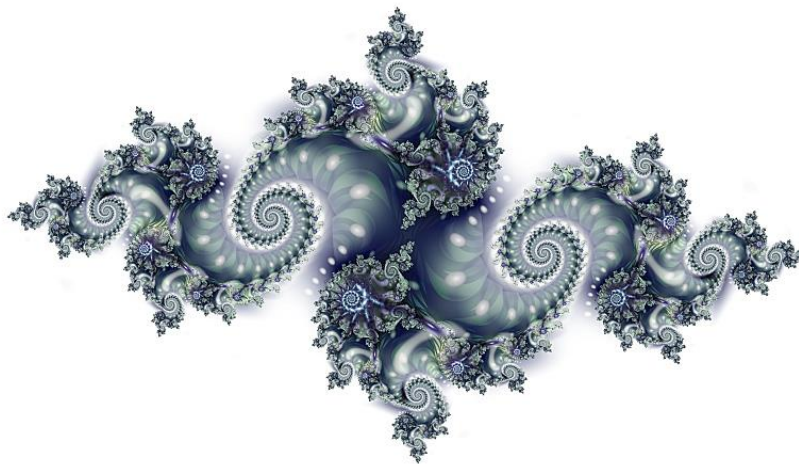


INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

ESCUELA SUPERIOR DE CÓMPUTO

EVOLUTIONARY COMPUTING

PRÁCTICA 8: FRACTALES



ALUMNO: ORTEGA VICTORIANO IVAN

PROF.: JORGE LUIS ROSAS TRIGUEROS

FECHA DE REALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA: 22/05/2018

FECHA DE ENTREGA DEL REPORTE: 29/05/2018

MARCO TEÓRICO.

Un fractal, el cual fue inicialmente concebido por Benoit B. Mandelbrot [1], consta de fragmentos geométricos de orientación y tamaño variable, pero de aspecto similar. Los detalles de un fractal a cierta escala son semejantes (aunque no necesariamente idénticos) a los de las estructuras visibles a escala mayor o menor. Se confirma que son estadísticamente iguales (esto significa que, si se mide alguna propiedad como la irregularidad, entonces el valor promedio y desviación estándar son iguales). [2]

Todos los fractales poseen esta propiedad interna de parecerse a sí mismos a diferentes magnificaciones; esta propiedad recibe el nombre de autosimilitud.

Dado que un fractal está compuesto de estructuras similares cada vez más finas, su longitud depende de la magnificación y resolución del instrumento de medición. Cuando se intenta medir la longitud de una línea fractal con una determinada regla, algunos detalles serán siempre más finos de lo que la regla tiene posibilidad de medir. Así pues, conforme aumente la resolución del instrumento de medida, va creciendo también la longitud de un fractal. [2]

Ante esta situación se ha propuesto un número que se conoce como dimensión fractal, para cuantificar qué tanto llena el espacio un fractal. El concepto de dimensión que nos es familiar se aplica a los objetos de la geometría clásica euclidiana. Así, las rectas tienen dimensión uno, los círculos son de dimensión dos y las esferas son de dimensión tres. En cambio, los fractales pueden tener una dimensión con valores no necesariamente enteros. [2]

Mientras que una línea euclidiana, llena exacta y precisamente un espacio unidimensional, una línea fractal se desparrama en un espacio bidimensional.

En consecuencia, una línea fractal tiene dimensión comprendida entre uno y dos. Análogamente, una superficie fractal tiene una dimensión intermedia entre dos y tres.

La autosimilitud estadística puede ser caracterizada por el concepto de dimensión fractal. En nuestro caso la autosimilitud implica que la rugosidad o irregularidad del objeto a medir no es una función de escala y persistirá para diferentes magnificaciones. [2]

AUTOSIMILITUD

Este concepto es fundamental en todos los fractales. Se refiere a aquellos objetos que presentan características parecidas cuando son observados a diferente magnificación. Así, dado un objeto con características de autosimilitud, si se le hace una sucesión de fracciones en diferentes tamaños, las fracciones del objeto resultante tendrán características en general similares. Esta autosimilitud se puede llevar hasta tres o cuatro estados antes que la estructura sea muy pequeña para una disección posterior. En una idealización matemática, la propiedad de autosimilitud de un fractal puede

continuar infinitamente por muchos estados, como las imágenes muy populares del conjunto de Mandelbrot [2].

El conjunto de Cantor, el triángulo de Sierpinski, la curva de von Koch, la curva de Peano, la curva de Hilbert y todas las figuras geométricas que emanan de ellas presentan características de autosimilitud. [2]

MATERIAL Y EQUIPO.

- Equipo de Cómputo
- Python 3

DESARROLLO DE LA PRÁCTICA.

Para esta práctica empezamos por ejecutar el programa de la ecuación de la naturaleza, el cual generaba un árbol mediante ciertas reglas recursivas como se vio en clase. El resultado se muestra en la figura 1.

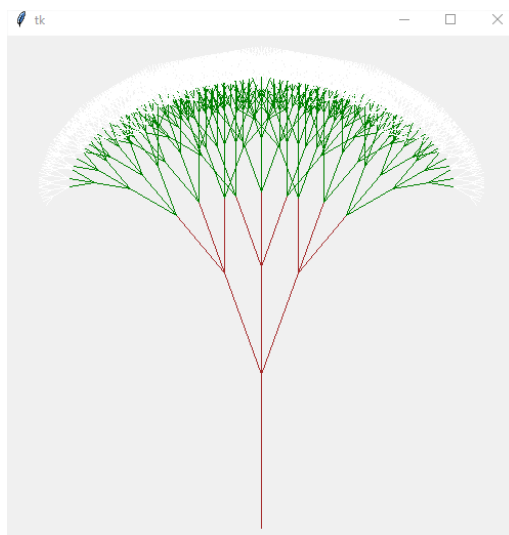


Figura 1. Árbol generado mediante el programa de la ecuación de la naturaleza.

El primer experimento constó de cambiar el valor del parámetro l , el cual modificaba la longitud de las ramas y/o hojas. Cambiamos su valor inicial de 150 a 100, el resultado fue que obtuvimos un árbol más pequeño como se puede observar en la figura 2.

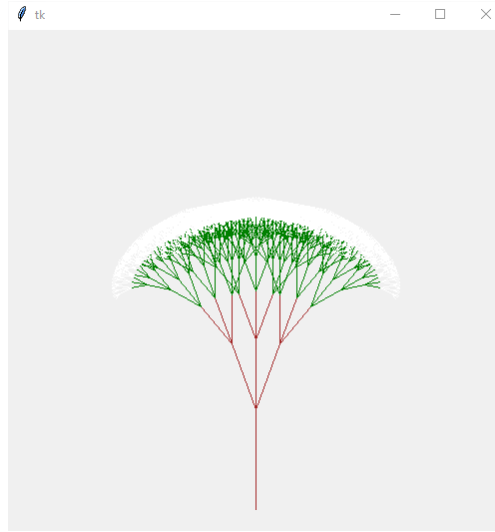


Figura 2. Árbol generado con un valor de $l=100$.

El siguiente experimento fue cambiar el valor de da que modifica el ángulo al que se generan las nuevas ramas. En el laboratorio modificamos desde 10° hasta 180° , donde se observaron distintos comportamientos para cada uno. En la figura 3 se muestra una colección de los comportamientos para $10^\circ, 50^\circ, 90^\circ$ y 130° .

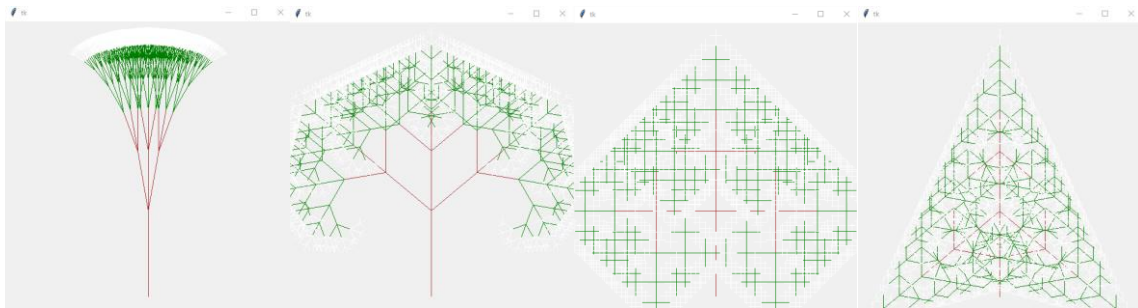


Figura 3. De izquierda a derecha, árboles generados con un da de $10^\circ, 50^\circ, 90^\circ$ y 130° .

El siguiente experimento fue cambiar el valor del factor de escala sl , el cual afecta la longitud de las ramas conforme vamos llegando a niveles más profundos en la recursión. En la figura 4, se muestra una comparativa de dos resultados, uno donde el factor de escala fue menor a 0.5, y otro donde fuera un valor más cercano a uno. El resultado esperado fue que, en el primero, las ramas generadas en niveles de recursión más altos se harían más pequeñas con mayor rapidez, en cambio, para el segundo, tardaría más en hacerse más pequeño, debido a que el factor de escala es cercano a 1. Análogamente, si fuera mayor a uno, aumentaría el tamaño de las ramas en niveles más profundos de recursión. Si sl fuera igual a 1, entonces nunca cambiaría el tamaño.



Figura 4. Árbol para $sl=0.4$ (izquierda), árbol para $sl=0.9$ (derecha).

El siguiente experimento fue cambiar el valor asignado a el ángulo en la primera recursión de la función de la ecuación de la naturaleza, de $a-da$, a ser $a-2da$. El resultado esperado, fue que, debido al nuevo valor del ángulo, el árbol generado perdiera simetría a como estaba originalmente. Esto asemeja un comportamiento más parecido al que ocurre en la naturaleza, ya que encontrar árboles perfectamente simétricos, no es algo muy común. El resultado se muestra en la figura 5. Posteriormente cambiamos también el valor del ángulo de la segunda recursión, de $a+da$ a $a+0.5da$. El resultado se muestra en la figura 6.

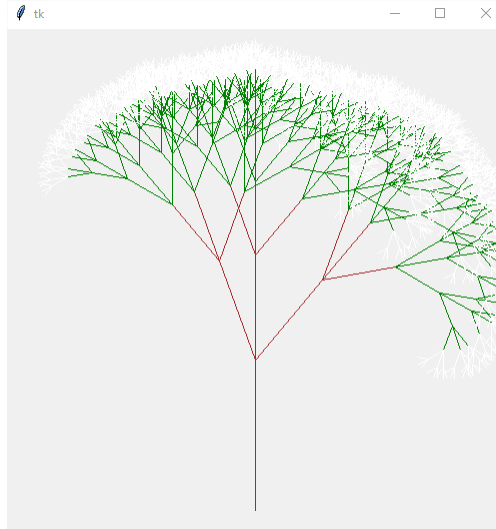


Figura 5. Árbol con valor del ángulo de la primera recursión igual a $a-2da$.

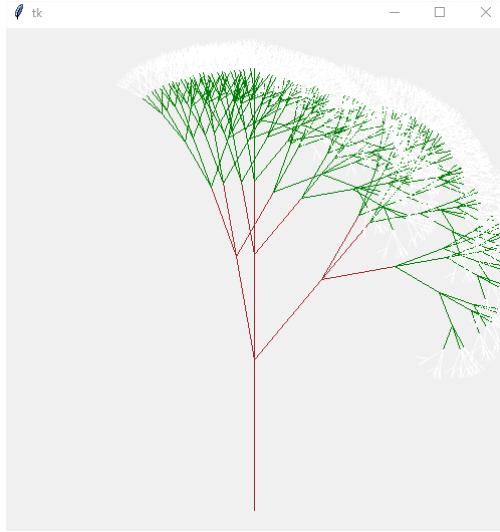


Figura 6. Árbol con valor del ángulo de la primera recursión igual a $a-2da$ y ángulo de la segunda recursión igual a $a+0.5da$.

El siguiente experimento fue agregar una nueva recursión a la mitad del tronco, el resultado se muestra en la figura 7.

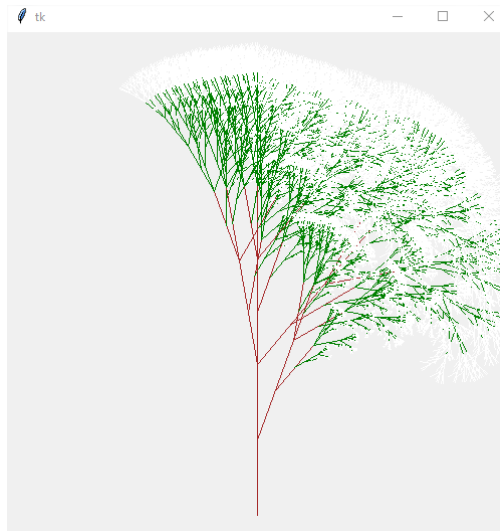


Figura 7. Árbol generado con una recursión adicional a la mitad del tronco.

El resultado de agregar esta recursión genera un árbol que tiene una apariencia un tanto simétrica aún, pero un poco más apegada a la realidad.

El siguiente experimento consistió en agregar más árboles sobre el mismo canvas en distintas posiciones, para simular un bosque. El resultado se muestra en la figura 8.



Figura 8. Resultado de agregar más árboles al canvas.

En siguiente experimento se descomentaron las líneas de código etiquetadas con un “2” y comentamos las que utilizamos en la generación de los árboles, además del apartado donde se le agrega color, con el fin de observar mejor el patrón generado. El resultado se muestra en la figura 9.

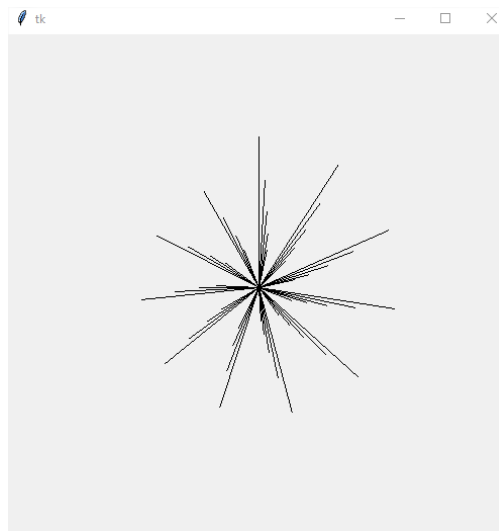


Figura 9. Nuevo patrón generado.

El resultado de este experimento generó un objeto similar a una estrella, el siguiente punto para este experimento fue cambiar el valor de da por cualquier otro número

impar. En la figura 10 se muestran los resultados obtenidos para da igual a 11, 25 y 79.

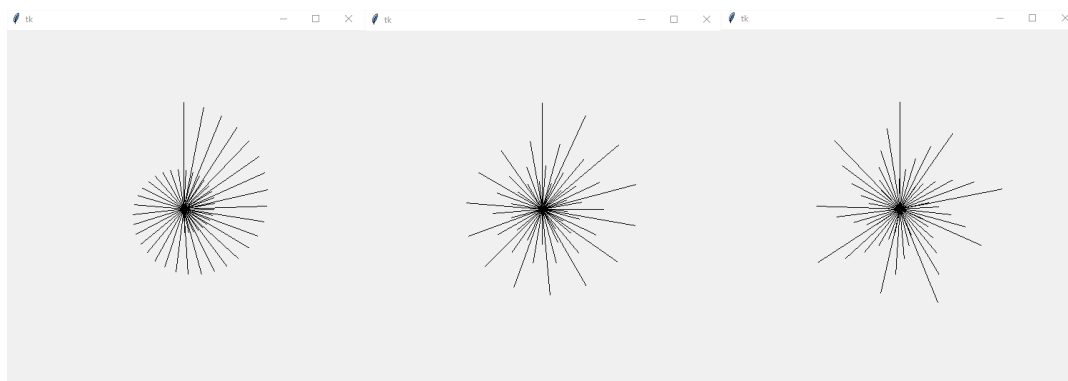


Figura 10. De izquierda a derecha, resultados obtenidos para da igual a 11, 25 y 79.

El último apartado de este experimento consistió en modificar el factor de escala sl , en la figura 11 se muestran los resultados para sl igual a 0.3, 0.7 y 1.1.

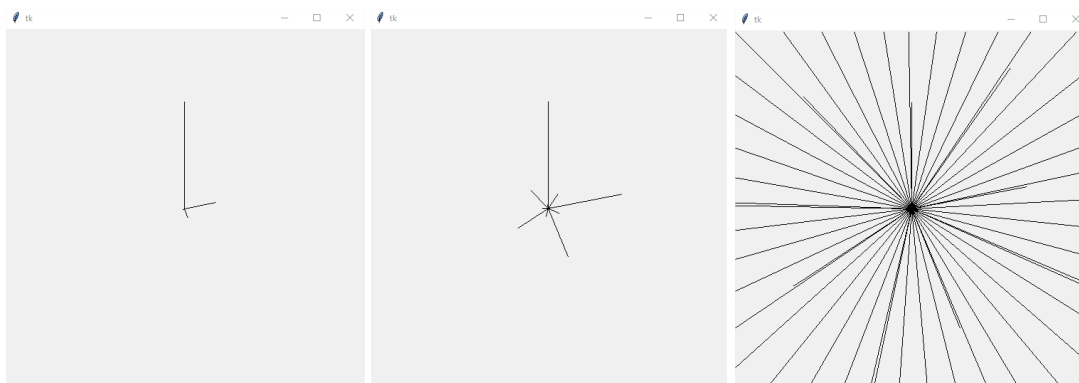


Figura 11. De izquierda a derecha, resultados obtenidos para sl igual a 0.3, 0.7 y 1.1.

Para el siguiente experimento, descomentamos lo que estaba etiquetado con el número “3” y comentamos lo que utilizamos para el número 2. El resultado, como se puede ver en la figura 12, se asemeja a una montaña, cambiando los ángulos y otros parámetros se pueden obtener resultados más parecidos a la realidad.

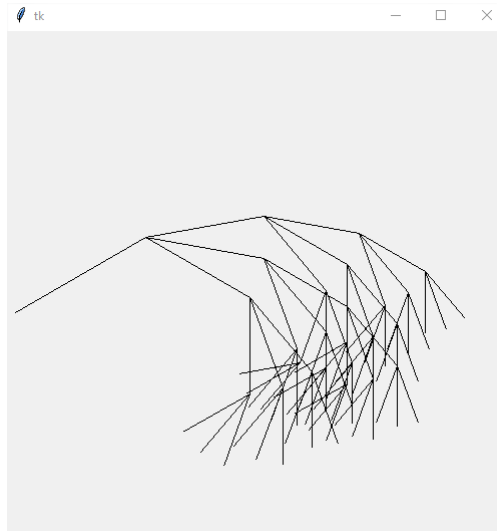


Figura 12. Nuevo patrón generado.

Para el siguiente experimento, seguimos los mismos pasos al anterior, pero ahora con las líneas de código etiquetadas con un número 4. El resultado se muestra en la figura 13, en el cual podemos ver se asemeja a una nube.

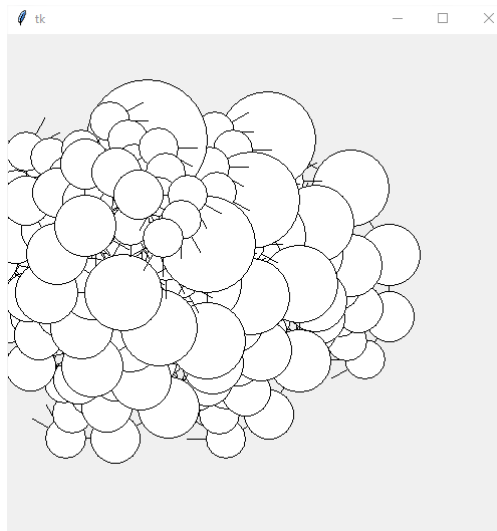


Figura 13. Nuevo patrón generado.

Para el siguiente experimento, se procedió de igual manera, pero ahora con las líneas de código etiquetadas por el número 5. El resultado se muestra en la figura 14, en el cual podemos ver que dicho resultado es una espiral.

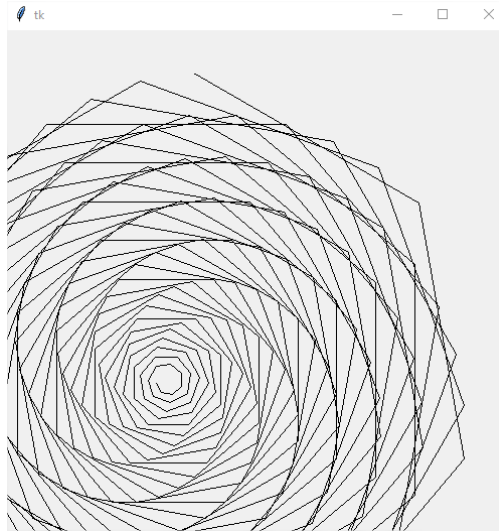


Figura 14. Nuevo patrón generado.

Para el experimento final se dejó como ejercicio crear un paisaje con los elementos vistos en este código o buscar otros más en la página <http://www.fgalindosoria.com/ecuaciondelanaturaleza/>. El paisaje que desarrollé se muestra en la figura 15.

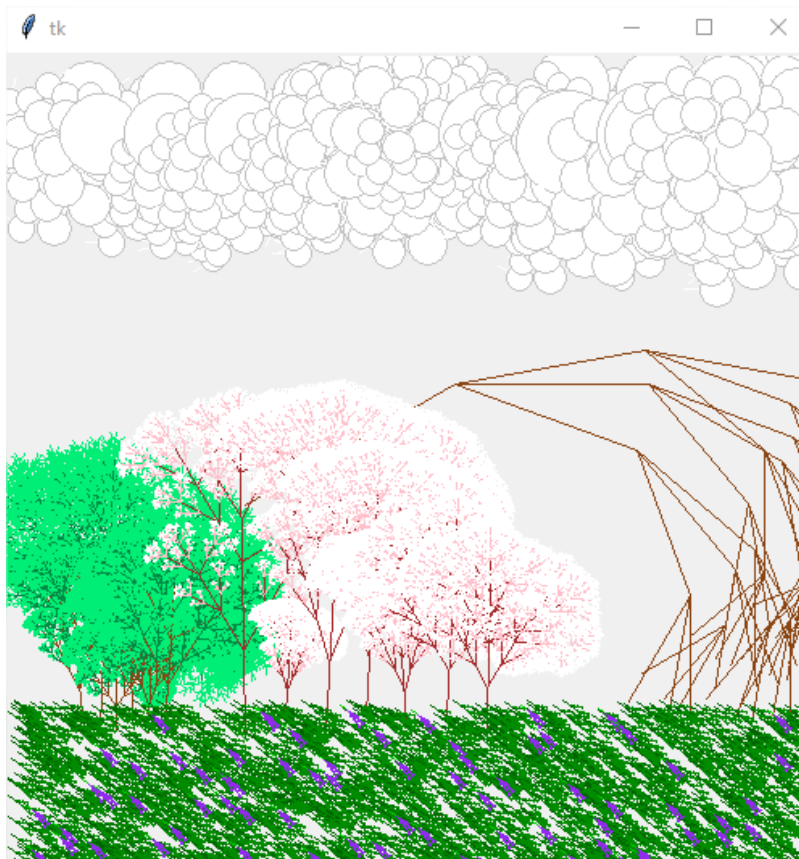


Figura 15. Paisaje generado utilizando la ecuación de la naturaleza.

CONCLUSIONES.

Al ver el funcionamiento de los fractales y la ecuación de la naturaleza, me recordó mucho a cuando leí alguna vez acerca de los Sistemas-L, que de hecho están muy relacionados entre sí, de hecho, la ecuación de la naturaleza se basa en una gramática definida como $S \rightarrow e^* S^*$ donde ‘ S ’ es el axioma y ‘ e ’ es un símbolo terminal. Muchos de los temas vistos en estas últimas clases, me han hecho volver a repasar algunos temas de Teoría Computacional principalmente y un poco de Compiladores, ya que están completamente ligados.

Otro aspecto que me pareció interesante fue el ver que muchos de estos elementos se han utilizado para la generación de paisajes y elementos gráficos en videojuegos y que, a la fecha, han mejorado notoriamente su semejanza a la realidad. De ser reglas recursivas sencillas a ser sistemas cada vez más complejos.

Como comentario adicional, si bien este tipo de algoritmos para graficar resultan ser muy sencillos de programar, el hecho de que para que los gráficos generados sean de mejor calidad y más complejos, requiere de muchas recursiones, lo cual, dependiendo de la complejidad del elemento, resulta en un tiempo de ejecución elevado, por lo que no es eficiente a la hora de implementarlo en algún sistema.

Referencias

- [1] B. B. Mandelbrot, The Fractal Geometry of Nature, New York: W.H. Freeman and Company, 1983.
- [2] R. Rodríguez Miranda, *La Teoría de Fractales: Aplicación experimental e implicaciones en la metodología de la Ciencia.*, Nuevo León, 1995.
- [3] H. O. Peitgen y P. H. Richter, The Beauty of Fractals, Springer-Verlag, 1986.