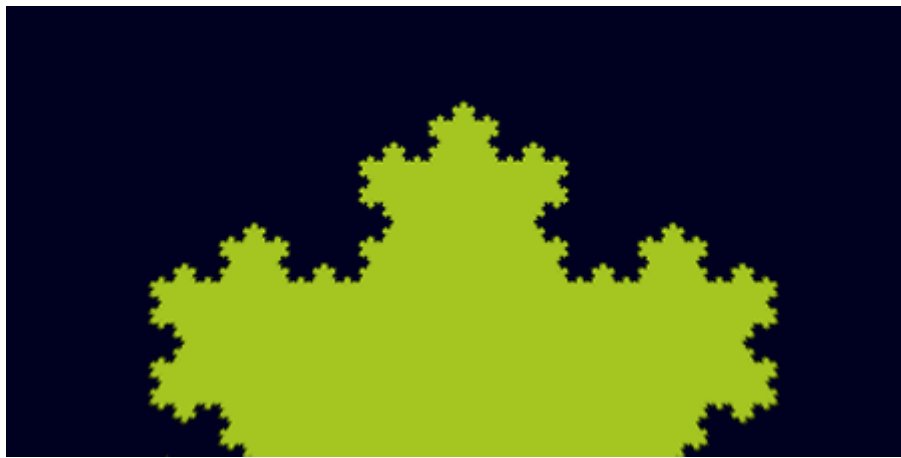


Cyberfractal

Fractal / Helge von Koch

Helge von Koch 🇸🇪

Una curva continua sin tangente...



Zoom al copo de Koch donde se revela la propiedad fundamental del fractal: la autosimilitud. La curva de Koch es uno de los primeros ejemplos rigurosos de una forma autosimilar, continua y no diferenciable, que hoy reconocemos como fractal.

Esta animación no muestra una figura terminada, muestra el devenir de la forma.

La autosimilitud o autosemejanza

Como se puede apreciar en la figura arriba, es el proceso de ampliar cualquier sección del borde, en donde se ve exactamente la misma estructura triangular que conforma la figura completa, repitiéndose de manera infinita. En esta aproximación el objeto mantiene la misma forma o estructura independientemente de la escala de observación. Es decir, al aumentar la escala, *la complejidad persiste y se replica a menor tamaño*.

Cuando un fractal se replica a menor tamaño, se denomina autosemejanza (o autosimilitud), que es la propiedad fundamental del fractal, donde *una parte*

pequeña del objeto es una réplica exacta o aproximada de la figura completa. Esta repetición recursiva ocurre a diferentes escalas, permitiendo que, al hacer zoom, la estructura se mantenga constante.

Características clave de la autosemejanza:

- Estructura infinita: El patrón se repite indefinidamente, por lo que al ampliar una parte, se vuelve a ver la figura original.
- Réplica a escala: Cada rama o subestructura es una versión reducida de la forma principal (ej. los helechos o las venas de los pulmones).
- Tipos: Puede ser exacta (idéntica a menor escala, como el copo de nieve de Koch) o aproximada (similar pero no idéntica, común en la naturaleza).

Cada iteración:

- conserva la ley,
- incrementa la complejidad,
- sin modificar el principio.

Es la *autosimilitud* en acto, visible, temporal.

Esta característica es la que permite que formas complejas y naturales, como montañas, nubes, costas y árboles, mantengan su apariencia sin importar cuánto se acerque el observador.

Una forma se repite a distintas escalas, conservando su estructura esencial aun cuando varía su tamaño.

Cada parte contiene la ley del todo: el fragmento no es residuo, sino manifestación local de una misma organización formal.

En los fractales, esta repetición no es mera copia, sino una reiteración generativa que produce complejidad a partir de una regla simple.

Así, lo que aparece como irregularidad es, en verdad, una regularidad distribuida a través de las escalas.

La autosimilitud introduce una ontología de la forma: lo que persiste no es la materia ni la medida, sino el patrón que se reitera en el devenir.

Imaginad que ese copo de Koch representa una costa. En cada una de las infinitas bahías que van apareciendo podemos imaginar un remolino girando en su interior. Remolinos cada vez más pequeños según vamos acercándonos.

¿Qué es lo que hace que esta situación sea irreal?

El hecho de que la materia no es continua. Llegado un momento nos toparemos con átomos y la situación cambiará completamente. Una situación así sólo puede darse en el caso simplificado en que supongamos que la materia es continua.

¿Qué es replicar?

En 1904, Koch publica “*Sur une courbe continue sans tangente, obtenue par une construction géométrique élémentaire*”. Allí propone una construcción simple pero radical:

1. Partir de un segmento recto.
 2. Dividirlo en tres partes iguales.
 3. Reemplazar el tercio central por dos segmentos que forman un triángulo equilátero.
 4. Repetir indefinidamente el proceso en cada nuevo segmento.
- El resultado es una curva que es continua en todos sus puntos.
 - No admite tangente en ninguno de ellos.
 - Posee longitud infinita.
 - Encierra un área finita (en el caso del copo de nieve).

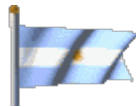
Este choque entre intuición geométrica y rigor matemático fue profundamente perturbador para la matemática clásica.

Generar patrones geométricos complejos mediante la repetición recursiva de un proceso simple implica que la *autosimilitud* sea el principio rector: la misma forma aparece a distintas escalas. Como en las ramas de un árbol o en un copo de nieve, al ampliar una pequeña parte se revela una copia reducida del todo. Este proceso,

iterativo y continuo, produce estructuras infinitamente detalladas, aunque en la práctica computacional se encuentra limitado por la resolución.



Gustavo Ricardo Rodríguez
Licenciado en Filosofía
Facultad de Historia y Letras – USAL
Investigador IIPC/USAL
Derechos reservados – Ley 11.723



República Argentina | [Copyright © 2004](#) | [Ley 11.723](#)

Reproducción autorizada únicamente con fines educativos citando su origen:

Lic. Gustavo Rodríguez: illex.ar