

La maravillosa inexactitud de la simetría de los copos de nieve



Desde tiempos remotos, en la titudes lejanas al ecuador, en donde el invierno se caracteriza por la blancura de la nieve que lo cubre todo, la forma de los copos de nieve ha sido objeto de atención, al punto que ha quedado plasmada en la iconografía de algunas culturas, como la de la antigua China, mientras en Occidente ocupó la mente de algunas de las figuras más sobresalientes de la ciencia. Descartes, Kepler, Cassini y Hooke, entre otros, dedicaron numerosas páginas, elaborando diversas hipótesis, teorías, catálogos completos de las distintas formas que presentan los copos de nieve.

Quizás el tratado más original e interesante sea el escrito en 1610 por Johannes Kepler. Admirado por la regularidad de la estructura hexagonal de los copos, el creador de la música de las esferas descartó de entrada cualquier atribución al azar en su formación: “pues si se produjera por mero azar, ¿por qué los copos no caen también de cinco ángulos o bien de siete?”. Kepler trata de dar cuenta de cómo la condensación de vapor de agua por el frío genera la simetría de seis picos característica, para lo cual crea un modelo a base de minúsculas esferas que, apiladas unas sobre otras, originarían dicha forma a escala

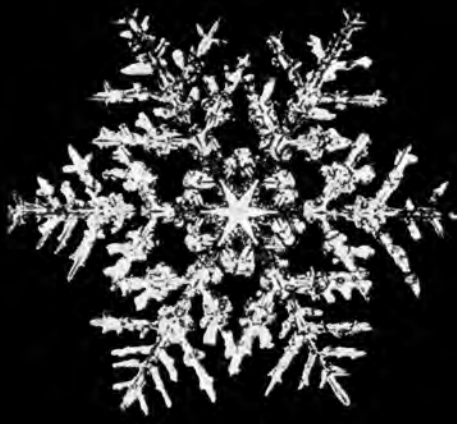
microscópica —una idea genial pero que no resultó acertada, como lo explica detalladamente Vincent Fleury.

Intrigado por este fenómeno, a finales del siglo XIX, W. A. Bentley aprovechó la aún incipiente fotografía para dar cuenta del espectáculo que constituía su observación al microscopio, dejando cientos de placas que permiten apreciar en gran detalle la refinada estructura de estos cristales. Su ojo aguzado notó un aspecto clave: “cada copo de nieve tiene una belleza infinita la cual es todavía mayor porque sabemos que el investigador, con toda probabilidad, nunca encontrará uno exacta-

mente igual a otro”. ¿Por qué ocurre esto?

A dicha interrogante trataron de responder muchos científicos, entre ellos Ukichiro Nakaya, quien a principios de la década de los treinta creó un dispositivo que recrea las condiciones en que se forman los cristales de nieve con el que, a lo largo de más de quince años de meticoloso trabajo, obtuvo una pléyade de estructuras que le permitieron aventurar sólidas hipótesis al respecto y crear la clasificación más completa que se ha efectuado hasta ahora.

No obstante, la complejidad de este asunto no terminaba de rendirse ante la labor



César Carrillo Trueba

Placa 1



Placa 2



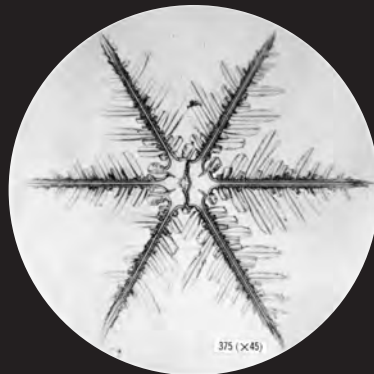
Placa 3



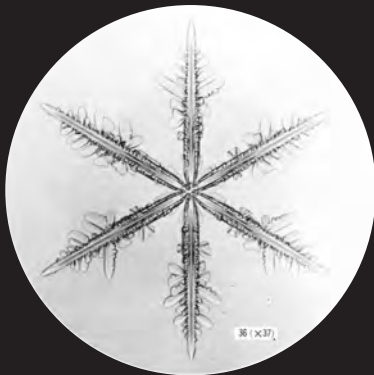
Placa 4

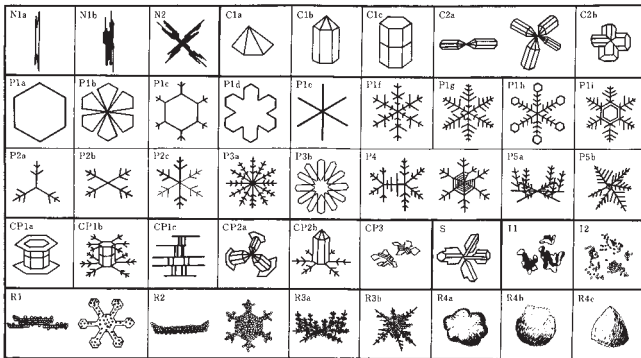


Placa 5



Placa 6





científica. Hubo que esperar la llegada de herramientas conceptuales capaces de adentrarse en ella: los fractales, la dinámica no lineal, la llamada ciencia del caos. Gracias a ello se ha establecido que, cuando el vapor de agua se condensa, se forman cristales de hielo cuya forma es hexagonal debido a la simetría molecular intrínseca; las moléculas de agua que son atrapadas por los ángulos forman poco a poco puntas, las cuales van creciendo de manera exponencial, ramificándose a distintas velocidades de manera casi fractal, algunas más que otras, menos gruesas o más largas, todo ello en función de las fluctuaciones térmicas, minúsculas irregularidad (“un puñado de átomos que se adhieren o se desprenden por el efecto de las variaciones locales en la velocidad de los átomos”, en palabras de Vincent Fleury).

En esas puntas de crecimiento, en la interfase de sus múltiples ramificaciones y el entorno, se ubica lo que se denomina “el borde del caos”, la zona de inestabilidad o crítica, y es allí en donde tienen lugar los procesos que generan las formas. En realidad, allí se da

una intensa relación entre estabilidad e inestabilidad; por un lado, la manera como se comporta la temperatura, la humedad, las turbulencias del aire, son fuente de inestabilidad, mientras que la tensión superficial que va resultando lo es de estabilidad. La tensión entre ambas es lo que resulta en una estructura regular de infinita variación.

Esto es, la acumulación de todas las “perturbaciones singulares” que ocurren sucesivamente, en cada instante de dicha dinámica microscópica, se va a manifestar macroscópicamente en la estructura de un copo de nieve. La manera como este proceso se desenvuelve en cada copo depende de las condiciones iniciales, que son distintas en cada uno de ellos, ya que las variaciones microscópicas de temperatura, humedad y demás, y la relación de éstas con la tensión superficial resultante constituyen un universo inabarcable. Baste con dejar volar un poco la imaginación: si un copo de nieve tarda poco más de una hora en llegar al suelo... Aun así, el resultado final en todos los casos es una estructura definida... con una simetría casi total. 📷



César Carrillo Trueba
Facultad de Ciencias,
Universidad Nacional Autónoma de México.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS
Fleury, Vincent. 1998. *Arbres de pierre. La croissance fractale de la matière*, Flammarion, Paris
Bentley, Wilson A. 2000. *Snowflakes in Photographs*. Dover Pictorial Archive, Nueva York.
Nakaya, Ukichiro. 1954. *Snow Crystals: Natural and Artificial*. Harvard University Press, Cambridge, Mass.

IMÁGENES
P. 114: Wilson Bentley tomando fotografías de copos de nieve. P. 115: Wilson Bentley, Placas de fotografías de copos de nieve, ca. 1900. P. 116: Urichiro Nakaya, Cristales de nieve, ca. 1940. P. 117: Urichiro Nakaya y el aparato de fabricación de cristales de nieve, ca. 1935.