

La geometría fractal de la naturaleza

BENOIT MANDELBROT

Metatemas, Tusquets, Barcelona, 1997

662 págs.

Las formas de las cosas

Antonio Fernández-Rañada

1 diciembre, 1998

Si hoy vivimos una notoria crisis de la modernidad, ello se debe en buena parte a su visión excesivamente simple del mundo, causada por una extrapolación de la ciencia del siglo XVIII y del primer XIX fuera de los ámbitos en que había sido experimentada y probada. De hecho, muchos hábitos culturales heredados de la Ilustración se explican por la enorme importancia que entonces tenía la dinámica newtoniana que parecía capaz de explicarlo todo con unas pocas leyes simples y en función de pocos elementos. Sus predicciones astronómicas eran tan exactas que fue considerada como el modelo indudable al que toda ciencia y todo conocimiento deberían tender. El determinismo

que propugnaba conducía una visión ordenada y plenamente inteligible del mundo, con un predominio absoluto del ser sobre el devenir (por usar el título de un libro de Prigogine), propiciando los historicismos, que conciben el futuro como algo determinado por leyes históricas inexorables entendidas por analogía con las de Newton operando sobre los planetas. Así se explican elementos esenciales del marxismo o la cobertura ideológica que muchos dieron a los colonialismos, desde posiciones políticas opuestas; en ambos casos se concebía a la evolución social como algo simple, previsible e inevitable. A esta simplicidad supuesta en el tiempo, le correspondía otra en el espacio como parecía atestiguar la regularidad absoluta de las órbitas de los planetas. La cultura occidental vivía bajo el influjo de la geometría de Euclides.

Esa interpretación del mundo es lo que se está derrumbando en la segunda mitad del siglo XX, porque había servido para fundar un cosmos frío y distante en el que el hombre se siente extraño, «solo en la inmensidad indiferente de un universo del que ha emergido por azar», pues «la antigua alianza [del hombre con la naturaleza] está ya rota», según dicen las palabras finales de *El azar y la necesidad*, obra del bioquímico francés Jacques Monod. La consiguiente reacción antiilustrada estimula la aparición de posturas anticientíficas e irracionales. Pero, por fortuna, la ciencia reciente postula un mundo más complejo y con un mayor protagonismo del devenir. Por eso es más humana, como argumentan Prigogine y Stengers en su famoso libro *La nueva alianza*, cuyo título da réplica a la afirmación de Monod. Importa mucho entender que es así para conservar lo mucho que la modernidad tiene de irrenunciable, ante las duras críticas que hoy sufre por parte de algunos sectores intelectuales.

Viene a cuento todo esto porque los fractales, un tema brillante de la matemática reciente, constituyen uno de los capítulos de la ciencia en su actual proceso de adaptación a la creciente conciencia de la complejidad del mundo. Lo hacen abandonando la simplicidad excesiva de la geometría de Euclides para entender mejor cómo son realmente las formas de las cosas.

Los fractales son figuras, o conjuntos de puntos o de líneas, que no tienen la estructura suave que se asocia normalmente a los entes de la geometría, tal como las circunferencias, elipses, óvalos o triángulos. Su nombre fue acuñado por el mismo Mandelbrot a partir del adjetivo latino *fractus* que significa «roto, fragmentado», «irregular». Incluyen, en particular, curvas que no tienen tangente en ningún punto porque son irregulares en todos; durante mucho tiempo se conocían algunos ejemplos que no podían ser encuadrados en ningún esquema general y que eran considerados no más que curiosidades escasamente significativas, algo así como monstruos matemáticos. Su característica más llamativa es que su dimensión no es necesariamente entera; los hay que son intermedios entre puntos y líneas, o entre líneas y superficies, o entre superficies y volúmenes. Así ocurre sorprendentemente con las líneas de muchas costas, porque al examinarlas a escalas más finas aparecen nuevas subbahías, subcabos o subpenínsulas, de manera que hay irregularidades a todas las escalas y por eso son más que longitudes pero menos que áreas; con los remolinos de la turbulencia; con las olas que rompen en la escollera; con los bronquios y los bronquiolos y con multitud de figuras que aparecen en el mundo natural. Son de hecho tan abundantes que han pasado en poco tiempo de la excepción a la ubicuidad.

La idea de fractal se basa en matemáticas abstractas, pero ha desbordado los límites de la ciencia –se puede presentar y entender en lenguaje intuitivo– por su capacidad de cambiar ideas sobre todo lo

relativo a la forma y al crecimiento. Ha llegado incluso al arte, pues algunos son de gran belleza y causan sorpresa e intriga, tanto que muchos artistas de fama pintaron fractales sin saberlo; el libro muestra algunos ejemplos de Leonardo de Vinci y Hokusai. Algunos pintores usan hoy fractales generados por ordenador.

Benoît Mandelbrot es algo así como el padre de los fractales, a lo que ha dedicado buena parte de su vida. Aunque se conocían desde mucho antes algunos ejemplos, no se entendía su enorme importancia ni su ubicuidad por faltar una teoría general que los englobase. En 1975 publicó un libro de gran éxito, aunque muy discutido al principio, *Los objetos fractales*, seguido en 1977 por *Fractales*, y ahora por éste, aunque más que libros distintos son nuevas versiones de uno mismo. En un incesante proceso de ampliación, matización y búsqueda y análisis de nuevos ejemplos, su obra pasó de las 213 páginas de la primera edición a las 662 de la actual. Como en los anteriores, el estilo es claro y accesible pues usa poco formalismo matemático que, además, el lector puede pasar por alto sin mucho problema. De hecho el propio autor recomienda hacer primero una lectura a saltos, mirando aquí y allá para detenerse donde algo llame la atención; sin duda lo ha escrito pensando en ello. Está «dirigido principalmente a un conjunto amplio de científicos», dice Mandelbrot, frase que hay que entender se refiere a todas las personas interesadas en la ciencia –y en la pintura también, me parece– pues, aunque es también un libro de divulgación, es más que eso. Cabe añadir que se nota mucho el fuerte ego del autor que se pasea por su obra como si los fractales fuesen su finca particular y que algunos encontrarán excesiva la extensión del libro, 662 páginas.

Además de profundizar en temas ya tratados en las ediciones anteriores, incluye nuevos ejemplos y aplicaciones, entre los que destaca un mayor tratamiento del azar, con varios capítulos dedicados a los fractales aleatorios, y de la economía. Es de destacar un mayor énfasis en la turbulencia pues la propiedad de los fractales de tener una cascada de diversas escalas de tamaño es también la más importante de los flujos turbulentos, de la atmósfera, de un río o del mar, por ejemplo (como bien lo habían entendido Hokusai y Leonardo en las pinturas mencionadas). Es significativo que el premio Nobel de Física estadounidense Steven Weinberg, un defensor acérrimo de la idea de que la ciencia está a punto de saberlo todo como creían en el siglo XIX, pone a la turbulencia como una de las cuestiones cuya complejidad se resistirá más a una explicación final, aunque no cree que llegue a impedir nuestro conocimiento total y absoluto.

En resumen, una obra recomendable para todos los interesados en la visión del mundo a que conduce hoy la ciencia y para quienes se sientan fascinados por las increíbles propiedades que llegan a tener las formas espaciales.