

## Obituario

Benoit B. Mandelbrot (1924–2010)

Gustavo Rubiano O.<sup>1</sup>

El pasado 14 de Octubre de 2010 falleció Benoit B. Mandelbrot a los 85 años de edad en la ciudad de Cambridge, Massachusetts, Estados Unidos, aquejado de cáncer de páncreas, según lo afirmado por su esposa Aliette.

El comportamiento caótico de la iteración de funciones racionales en el plano complejo es conocido desde hace más de 100 años, debido al trabajo pionero de Pierre Fatou, Gaston Julia y otros

de sus contemporáneos [14]. Sin embargo, sólo fue hace 30 años que aparecieron las primeras imágenes generadas por computador que ilustraban las propiedades de la iteración en la familia de funciones cuadráticas  $f_c(z) = z^2 + c$  (el parámetro es  $c$ ). Estas imágenes de los llamados así conjuntos de Julia y de Mandelbrot, en manos de los matemáticos Heinz–Otto Peitgen y Peter Richter, saltaron al reconocimiento mundial y a la admiración del público no matemático al ser exhibidas en más de 40 países a través de una muestra itinerante del Goethe Institut, la cual incluía bellas fotografías de alta resolución y colorido (visitó Colombia en el 2002) [12].

Fueron los matemáticos Adrien Duady y John Hubbard [6] quienes en 1982 dieron el nombre de Mandelbrot a este objeto, subconjunto del plano complejo, que resulta ser un mapa de una combinación impresionante entre simplicidad y complicación: es el registro del comportamiento del conjunto de Julia asociado a cada parámetro de la familia  $\{f_c(z) = z^2 + c\}_{c \in \mathbb{C}}$  donde el ‘conjunto de Julia’ de una función racional del plano complejo es el conjunto de puntos repelentes de esta función.

Mandelbrot acuñó la palabra ‘fractal’ para referirse a toda una clase nueva de formas matemáticas. Su trabajo radicó en dar una mirada sintética al complejo mundo en que ahora vivimos. Si la ciencia a través

<sup>1</sup> Departamento de Matemáticas, Universidad Nacional de Colombia, gnrubiano@unal.edu.co

de la física y la química había escudriñado de manera exitosa la composición de la materia hasta sus elementos constitutivos, no había entendido bien algunos fenómenos que ocurrían cuando estos elementos participaban en un sistema dinámico. Mandelbrot tomó el reto de encontrar comportamientos universales en sistemas tan disímiles como el movimiento planetario, la turbulencia en el agua y en el aire, el crecimiento de poblaciones de especies, los sistemas ecológicos, las fluctuaciones de mercadeo, etc.

Los conceptos de *fractal* y *caos* han sido aceptados como objetos de estudio para la ciencia moderna y su aplicabilidad ha penetrado todas las tecnologías modernas. Mandelbrot es el creador de la geometría fractal. Sus fractales han estimulado e influenciado un público (no matemático) tan amplio, como ninguna otra área de la matemática.

Benoit B. Mandelbrot (la B. no es la inicial de un segundo nombre, sólo fue colocada por capricho del mismo Mandelbrot) nació en Varsovia, Polonia el 20 de Noviembre de 1924 en el seno de una familia de origen lituano y con tradición académica. Tuvo, además de la polaca, las nacionalidades de Francia y Estados Unidos. En 1936, a consecuencia del ambiente geopolítico de Europa, su familia emigró a Francia. En 1944, tras estudiar en Lyon, al sur de Francia, ingresó a la Ecole Polytechnique de Paris, donde recibió la influencia de su tío Szolem Mandelbrojt, quien era miembro de la elite matemática de la Francia de ese entonces y uno de los fundadores de la llamada escuela Bourbaki. Fue Szolem quien por primera vez lo puso en contacto con el trabajo de Julia y de Fatou, recalcándole que allí se encontraba aún mucho por investigar, consejo que sólo retomaría muchos años después.

En 1948 visitó Caltech (*California Institute of Technology*) y luego de una estancia de dos años, gracias a una beca, retornó a Francia donde, tras un año de servicio militar, presentó, en 1952, ante la Universidad de Paris, su tesis doctoral *Juegos de Comunicación*, donde resuelve un problema sobre teoría de la información: la ley de Zipf en lingüística, influencia directa de los trabajos de John von Neumann y Norbert Wiener.

En el año de 1953–1954 viaja a Princeton con el apoyo de von Neumann. Retorna a Francia y en 1955 contrae matrimonio. Tras una corta estancia en Ginebra, en 1958 decide ingresar como investigador en *Thomas J. Watson Research Center* de la IBM en Nueva York. Allí permanece por 35 años, desarrollando su investigación y teniendo la oportunidad de estar en contacto con los computadores más veloces y los programadores más experimentados. Es aquí cuando se formuló algunas de las preguntas básicas de la economía financiera que posteriormente lo llevarían a escribir su famoso artículo [8].

Todo el trabajo de estos años para la IBM culmina con la publicación de *Les objets fractals* (1975) y en 1982 de su obra maestra: *The*

*Fractal Geometry of Nature* [9] (en español en 1997). Su obra *selecta* comenzó con *Fractals and Scaling in Finance: Discontinuity, Concentration, Risk* (1997); *Fractales, hasard et finance* (1997); *Multifractals and  $\frac{1}{f}$  Noise: Wild Self-Affinity in Physics* (1999); *Gaussian Self-Affinity and Fractals: Globality, The Earth,  $\frac{1}{f}$  Noise and R/S* (2002); y *Chaos and Fractals: the Mandelbrot Set and Beyond* (2004). Es coautor con M. L. Frame de *Fractals, Graphics, and Mathematics Education* (2002) y con R. L. Hudson de *The (mis)Behavior of Markets: a Fractal View of Risk, Ruin, and Reward* (2004).

Mandelbrot se mantuvo matemáticamente activo hasta el día de su fallecimiento siendo Sterling Professor Emeritus of Mathematical Sciences at Yale University; sus numerosas distinciones, premios, conferencias, vídeos y entrevistas ayudaron a popularizar su legado y logró como pocos mortales gozar de la fama y la aclamación en vida.

La siguiente es una muestra de su legado.

- Más de 20 premios internacionales entre 1974 y 2006 entre los cuales se destacan: 1974 IBM Fellowship; 1985 Barnard Medal for Meritorious Service to Science; 1989 Harvey Prize for Science and Technology; 1993 Wolf Prize for Physics; 1994 Honda Prize; 2003 Japan Prize for Science and Technology; 2005 Wladyslaw Orlicz Prize.
- 12 Doctorados honoris causa, entre ellos: Syracuse University, Laurentian University (Canada), Boston Univeristy, State University of New York, University of Guelph (Canada), University of Dallas, Union College, Universidad de Buenos Aires (Argentina), Open University (Reino Unido), Athens University of Business and Commerce (Grecia), University of St. Andrews (Escocia), Emory University, Politecnico di Torino (Italia), Universität Bremen (Alemania), Pace University, University of Tel Aviv (Israel).
- Más de 200 publicaciones reportando investigación original.
- Sus charlas y conferencias se cuentan por cientos, siendo la última: *The fractal geometry of roughness*, TED 2010 Conference, Long Beach, California, Estados Unidos.

Para una visión completa de su obra se puede visitar el portal:

[http://www.math.yale.edu/mandelbrot/webbooks/wb\\_top.html](http://www.math.yale.edu/mandelbrot/webbooks/wb_top.html)

## References

- [1] D. Alexander, *A History of Complex Dynamics, from Schröder to Fatou and Julia* (Vieweg and Sohn, Wiesbaden, 1994).

- [2] A. F. Beardon, *Iteration of Rational Functions* (Springer–Verlag, 1991).
- [3] A. Cayley, *The Newton–Fourier imaginary problem*, Am. J. Math. **2**, 97 (1879).
- [4] R. L. Devaney (editor), *Complex Dynamical Systems: The Mathematics Behind the Mandelbrot and Julia Sets*, Proceedings of Symposia in Applied Mathematics **49** (AMS, 1994).
- [5] P. Fatou, *Memoires sur les équations fonctionnelles*, Bull. Soc. Math. France **47**, 151 (1919).
- [6] A. Douady and J. H. Hubbard, *Iteration des polynomes quadratiques complexes*, C. R. Acad. Sci. **294**, 123 (1982).
- [7] G. Julia, *Memoires sur l'iteration des fonctions rationnelles*, J. Math. Pures Appl. **8**, 47 (1918).
- [8] B. Mandelbrot, *The variation of certain speculative prices*, J. Business **36**, 394 (1963).
- [9] B. Mandelbrot, *The Fractal Geometry of Nature* (Freeman, San Francisco, 1982).
- [10] B. Mandelbrot, *Fractal aspects of the iteration of  $z \rightarrow \lambda z(1 - z)$  for complex  $\lambda$  and  $z$* , Ann. New York Acad. Sci. **357**, 249 (1980).
- [11] R. M. May, *Simple mathematical models with very complicated dynamics*, Nature **261**, 459 (June 1976).
- [12] H. O. Peitgen, P. Richter, H. Jürgens, M. Prüfer and D. Saupe, *Frontiers of Chaos, Exhibition of the Goethe–Institut*.  
Desde el año 1985 ha sido exhibida en más de 40 países.
- [13] H. O. Peitgen and P. H. Richter, *The Beauty of Fractals* (Springer–Verlag, New York, 1986).
- [14] G. N. Rubiano O., *Método de Newton, Mathematica y fractales*, Bol. Mat. **XIV**, 44 (2007).
- [15] G. W. Flake, *The Computational Beauty of Nature*, Computer Explorations of Fractals, Chaos, Complex Systems, and Adaptation (MIT Press, 1998).  
<http://mitpress.mit.edu/books/FLA0H/cbnhtml>
- [16] <http://www.math.yale.edu/mandelbrot>