



BENOÎT B.  
MANDELBROT

# La formula della bellezza

*La mia vita  
da vagabondo  
della scienza*

Rizzoli

Benoît B. Mandelbrot

# La formula della bellezza

La mia vita da vagabondo della scienza

*Traduzione di* Chicca Galli

Rizzoli

*Proprietà letteraria riservata*  
© 2014 RCS Libri S.p.A., Milano  
© 2012 by The Estate of Benoît Mandelbrot  
Afterword copyright © by Michael Frame

ISBN 978-88-17-07484-1

Titolo originale dell'opera:  
THE FRACTALIST. MEMOIR OF A SCIENTIFIC MAVERICK

*Prima edizione: aprile 2014*

Realizzazione editoriale: studio pym / Milano

*Crediti delle immagini inserite nel testo*

Courtesy Michael Frame: pp. 358, 361 (sinistra e destra); Augusto Giacometti, 1912: inserto a colori p. 4 (alto sinistra, fiori); Sigmund Handelman: pp. 17 (centro destra), 256 (alto), 280 (destra), inserto a colori p. 1 (basso destra, linea costiera frattale); Eriko Hironaka: p. 316; Katsushika Hokusai, 1829-1833 ca.: inserto a colori p. 4 (centro sinistra, La grande onda); Mark Laff: p. 17 (centro sinistra); Mark R. Laff e Sigmund Handelman: p. 352; Shaun Lovejoy: inserto a colori p. 1 (centro destra, nuvole frattali); archivio Benoît B. Mandelbrot: pp. 25, 31, 35, 38, 87, 287, 312 (destra), 349 (alto), inserto a colori p. 4 (basso destra, oro); Peter Moldave: pp. 301, 302, 303; a cura di Ken G. Monks: inserto a colori p. 6 (alto, inversioni di cerchio); Merry Morse: inserto a colori p. 1 (alto sinistra, felce; centro sinistra, nuvole); © 1988 F. Kenton Musgrave: inserto a colori p. 3 (entrambe); NASA: inserto a colori p. 4 (basso sinistra, Giove); NASA, immagini del sito: inserto a colori p. 1 (basso sinistra, linea costiera); Alan Norton: pp. 312 (sinistra), 342, inserto a colori p. 8 (tutte); Jean Louis Oneto: p. 255; © H.O. Peitgen: p. 309; © H.O. Peitgen e P.H. Richter: p. 360 (sinistra); Przemyslaw Prusinkiewicz, 1986: inserto a colori p. 1 (alto destra, felce frattale); Courtesy Nassim N. Taleb: p. 271, fotografia di John Tate: p. 349 (basso); UC San Diego Center for Astrophysics: p. 280 (sinistra); Richard F. Voss: pp. 17 (alto, basso), 257 (basso), 258, 360 (destra), inserto a colori p. 2 (tutte), p. 5 (tutte), p. 6 (sotto, insieme di Mandelbrot), p. 7 (entrambe); courtesy E. R. Weibel, Institute of Anatomy, University of Bern: inserto a colori p. 4 (alto destra, polmoni).

La formula della bellezza

*La mia lunga e tortuosa cavalcata attraverso la vita  
è stata solitaria e spesso molto aspra.  
Senza un aiuto amorevole sarebbe stata breve, crudele e improduttiva.  
Ma sono stato fortunato.  
Mio padre e mia madre mi hanno insegnato l'arte della sopravvivenza.  
Mio zio ha preso sotto la sua ala uno studente indisciplinato  
ma riconoscente.  
Più tardi, alla mia famiglia si sono aggiunti Aliette, i nostri figli  
e i nostri nipoti che mi hanno insegnato a sorridere.  
A loro, i fari della mia esistenza, sono dedicate  
queste scene di una vita.*

*\* \* \**

*Questa è l'autobiografia di una ricerca, ardente ma accidentata,  
dell'ordine e della bellezza nella rugosità,  
attraverso la matematica e l'economia, la scienza, l'ingegneria e le arti.  
Mi ha portato a incontrare, lungo il cammino, una quantità  
di persone eccezionali e influenti.  
Molte erano calorose e cordiali; molte  
indifferenti, sdegnose, ostili... addirittura odiose.  
Questo libro forse non basta a nominarle tutte,  
ma ognuna di esse mi ha insegnato qualcosa  
e a tutte loro devo molto.*

*\* \* \**

*Alla memoria di Giovanni Keplero,  
che mise insieme antichi dati e antichi strumenti  
e fondò la scienza.*

## *Premessa e ringraziamenti*

di Aliette Mandelbrot

Mio marito è mancato poco prima che *La formula della bellezza* fosse consegnato all'editore. Benoît aveva passato anni a scrivere questa autobiografia, un lavoro fatto per passione, e sono profondamente grata alle persone che hanno tenuto in vita le sue parole.

Il libro non sarebbe mai stato portato a termine senza l'aiuto di Merry Morse, la capace assistente di Benoît. Merry ha messo in campo le sue sorprendenti capacità editoriali e la sua abilità nel risolvere i problemi, preservando lo stile e lo spirito di mio marito. Grazie Merry, per le ore e ore di duro lavoro, il coordinamento con l'editore, e l'amicizia.

Michael Frame, intimo amico di Benoît e suo collega a Yale, ha redatto la Postfazione, si è consultato con noi sulle figure dei frattali da inserire e sulle parti tecniche del libro, ed è sempre stato pronto a rispondere alle nostre domande, una lista che sembrava non finire mai.

Richard Voss, collega di mio marito alla Ibm Research a Yorktown Heights, nonché suo amico, ha rivisto e chiarito la parte sugli albori della grafica digitale alla Ibm, e ha spiegato la tecnologia che sta dietro alle figure da lui generate.

Alan Norton, un altro collega di Benoît alla Ibm Research, ha rivisto le parti sugli insiemi di Julia e ha suggerito alcune idee per usare le figure correlate.

Richard Hudson, che ha collaborato con Benoît alla stesura del libro *Il disordine dei mercati*, ha rivisto le parti sulla finanza.

Lisa Margolin ha passato ore alla ricerca di una mappa della Bielorussia del 1938 su cui comparisse Połoczanka, il luogo dove Benoît trascorse un'estate della sua infanzia.

Irene Greif, direttore della Ibm Research a Cambridge, e Charles Lickel, ex vicepresidente della Ibm Research a Hawthorne, hanno generosamente concesso a Merry Morse il tempo per lavorare su questo libro.

Maida Eisenberg ha accolto Benoît alla Ibm Research a Cambridge, offrendogli un ambiente a lui congeniale e comodo per dedicarsi a questa autobiografia.

Paul Moody, che si occupa dei progetti di ricerca alla Ibm Research a Cambridge, ha realizzato alcune delle figure frattali per questo libro.

Jane Olingy, Amministratore alla Ibm Research a Cambridge, ha preparato e spedito tutte le bozze all'editore.

Un ringraziamento speciale va a Dan Frank della Pantheon, per l'inestimabile aiuto nel dar forma al libro, e alla Alfred P. Sloan Foundation che lo ha sovvenzionato.

## *Introduzione*

### Bellezza e rugosità

In natura, quasi tutte le forme sono rugose. Hanno aspetti squisitamente irregolari e frammentati, non solo più elaborati della meravigliosa antica geometria di Euclide, ma molto più complessi. Per secoli l'idea di misurare la rugosità è stata un sogno vano. È uno dei sogni a cui ho dedicato tutta la mia ricerca scientifica.

Lasciate che mi presenti. Sono, per così dire, un guerriero della scienza, e adesso sono un uomo anziano; ho scritto tanto e ho sempre avuto un pubblico eterogeneo. Così, permettetemi di raccontarvi, in quest'autobiografia, chi penso di essere e come sono arrivato a lavorare per tanti anni sulla prima teoria della rugosità. La mia ricompensa è stata vederla integrarsi in una teoria della bellezza.

L'ecclettico matematico Henri Poincaré (1854-1912) sosteneva che alcune domande uno sceglie di porsele, mentre altre sono «naturali» e si impongono da sé. La mia vita è stata piena di queste ultime: qual è la forma di una montagna, di una linea costiera, di un fiume o dello spartiacque tra due bacini fluviali? Che forma ha una nuvola, una fiamma o una saldatura? Come si distribuiscono le galassie nell'universo? Come si può descrivere – per poterla regolare – la volatilità dei prezzi sul mercato finanziario? Come confrontare e valutare il vocabolario di scrittori diversi? I numeri misurano la superficie e la lunghezza. C'è qualche altro numero in grado di misurare la «rugosità complessiva» di un pezzo di ferro arrugginito, o di un frammento

di pietra, di metallo o di vetro? Oppure la complessità di un brano musicale o di un'opera d'arte astratta? La geometria può mantenere quella promessa che sembrava contenuta nella radice greca del suo nome? Cioè, può misurare in modo fedele la Terra anche quando è incolta, senza limitarsi ai campi coltivati lungo le rive del Nilo?

Queste domande, come un mucchio di altre, si trovano disseminate in una moltitudine di scienze e sono state affrontate solo di recente... da me. Quando ero adolescente, durante la Seconda guerra mondiale, arrivai a venerare la formidabile conquista di un matematico e astronomo vissuto molto tempo fa, Giovanni Keplero (1571-1630). Keplero associò le ellissi degli antichi geometri greci a un errore degli astronomi di quel tempo, convinti che nel moto dei pianeti ci fossero «anomalie» persistenti. Si servì delle sue conoscenze in due campi diversi – la matematica e l'astronomia – per dimostrare che il moto dei pianeti non aveva nessuna anomalia: seguiva proprio un'orbita ellittica. Scoprire qualcosa di simile portata diventò il sogno della mia infanzia.

Una pura chimera! Di quelle che non aiutano a far carriera in una professione organizzata, né danno modo di distinguersi nella vita. Una prospettiva che mio zio Szolem, matematico eminente, definì in più occasioni del tutto infantile. Eppure, in qualche modo, il destino mi permise di trascorrere la vita a perseguire quel sogno, e infine di realizzarlo, grazie a una straordinaria buona sorte e a una vita professionale lunga e molto complicata.

Nella mia ricerca kepleriana ho dovuto affrontare parecchie sfide. La buona notizia è che ho avuto successo. Quella cattiva, o forse è un'altra buona notizia, è che il mio «successo» ha sollevato una serie di problemi nuovi e di diversa natura. Inoltre, i miei contributi in campi apparentemente slegati erano in realtà molto collegati, e alla fine hanno condotto a una teoria della rugosità, una sfida che risaliva ai tempi antichi. Il filosofo greco Platone l'aveva delineata per sommi capi millenni prima

della nostra epoca, ma nessuno sapeva come affrontarla. Ero io quella persona?

Un mio conoscente era preside di facoltà di un'importante università. Un giorno ci incrociammo in un corridoio affollato, si fermò e fece un commento che non ho mai dimenticato: «Stai procedendo molto bene, ma su una strada solitaria e difficile. Continui a correre da un campo all'altro, a condurre una vita imprevedibile, senza mai fermarti e goderti quello che hai ottenuto. Sasso che rotola non fa muschio, e la gente dice – alle tue spalle – che sei completamente pazzo. Io, invece, penso che tu non lo sia affatto, e devi continuare quello che stai facendo. Per una creatura pensante, la malattia mentale più grave è non essere sicuri di quello che si è. Tu non ne soffri. Non hai bisogno di reinventarti per adeguarti ai cambiamenti: vai avanti e basta. In questo senso, sei il più sano di tutti noi».

Risposi con calma che non correvo da un campo all'altro, ma stavo lavorando a una teoria della rugosità. Non ero un uomo con un enorme martello che scambiava ogni problema per un chiodo. Le sue parole erano un complimento o volevano solo rassicurarmi? Lo scoprii presto: mi stava sostenendo per un premio importante.

Può godere di salute mentale chi è posseduto da una smania a malapena contenibile? Nella *Divina Commedia* le anime dannate a una ricerca eterna sono precipitate all'Inferno. Ma nel mio caso la ricerca eterna – nei campi più disparati della scienza, e al di là di ogni ovvia connessione – mi ha regalato una vita felice. Un sasso che rotola, forse, ma non arido. Iperattivo e motivato, amavo rotolare in giro, fermandomi ad ascoltare e pregare in monasteri laici di ogni tipo: alcuni splendidi e nobili, altri abbandonati e fuori mano.

A vent'anni fui uno dei venti giovani che si guadagnarono l'ammissione all'università più esclusiva di Francia, l'École normale supérieure. Quando andai in pensione, a ottanta, facevo parte