incroci

semestrale di letteratura e altre scritture
anno XX, numero 39
gennaio-giugno duemiladiciannove

in collaborazione con

Mario Adda Editore

incroci
semestrale di letteratura
e altre scritture

ANVUR: rivista scientifica di Area 10 (Scienze dell'antichità, filologico-letterarie e storico-artistiche)

In prima di copertina e all'interno: opere di Anna Maria Di Terlizzi.

web – http://incrocionline.wordpress.com
Si collabora per invito.
Materiali e corrispondenza possono essere inviati all'indirizzo: incrocionline@libero.it
Abbonamento annuale: euro 18,00
Una copia: euro 10,00
da versare sul c.c. postale n. 15795701
intestato a: Adda Editore, via Tanzi, 59 - 70121 Bari

Autorizzazione del Tribunale di Bari n. 2068 del 2012 (n. Reg. Stampa 32)

ISBN 9788867174454
ISSN 2281-1583

Mario Adda Editore, via Tanzi, 59 - 70121 Bari
Tel. e Fax 080 5539502
web: http://www.addaeditore.it
e-mail: addaeditore@addaeditore.it

Finito di stampare nel mese di maggio 2019 presso Grafica 080 *per conto di Mario Adda Editore - Bari*

Sommario

* I sommari dei numeri precedenti si possono consultare sul sito: incrocionline.wordpress.com

Il liscio, il ruvido, il meraviglioso: l'infinito nascosto nell'infinitesimo

un saggio di Carla Petrocelli

Il mondo in cui viviamo non è naturalmente levigato ma è ruvido e frammentario e, data la sua complessità e irregolarità, non può essere spiegato attraverso la matematica classica. Il matematico francese Benoît Mandelbrot (1924-2010) è riuscito a formalizzare un metodo per descrivere e rappresentare «la rugosità» della natura. A scriverne è Carla Petrocelli, docente di Storia e fondamenti di Informatica e Laboratorio di Informatica nel Dipartimento di Studi Umanistici dell'Università di Bari "Aldo Moro": le sue ricerche riguardano in particolare l'analisi computazionale della letteratura scientifica del Seicento e l'evoluzione dei sistemi automatici di calcolo e dei linguaggi di programmazione.

> La filosofia è scritta in questo grandissimo libro che continuamente ci sta aperto innanzi a gli occhi (io dico l'universo), ma non si può intendere se prima non s'impara a intender la lingua, e conoscer i caratteri, ne' quali è scritto. Egli è scritto in lingua matematica, e i caratteri son triangoli, cerchi, e altre figure geometriche, senza i quali mezi è impossibile a intenderne umanamente parola; senza questi è un aggirarsi vanamente per un oscuro laberinto[1].

Nel 1623 Galileo Galilei proponeva una 'lettura della natura' fondata sui numeri, nella quale le figure geometriche e le relazioni matematiche apparivano ovunque, talvolta in forma evidente, più spesso annidate nei meccanismi dell'universo. La natura, nel suo complesso, era dunque come un libro scritto utilizzando un 'alfabeto matematico', e solo una descrizione quantitativa dei fenomeni e dei loro legami poteva condurre a una conoscenza rigorosa delle leggi dell'universo. Le qualità soggettive, come l'odore, il colore, il sapore, non riconducibili a precise misurazioni matematiche, erano tenute al di fuori delle classificazioni scientifiche e tutti quei 'mostri' che violavano i requisiti di regolarità, di ordine e armonia non potevano essere oggetto di scienza.

La natura è in realtà ben diversa: il mondo in cui viviamo non è naturalmente le-

[1] G. Galilei, *Il Saggiatore*, in Id., *Opere*, a cura di A. Favaro, Giunti Barbera, Firenze 1890-1909 (rist. 1968), vol. VI, p. 232.

vigato, non è regolarmente modellato, è ruvido, rugoso, increspato, irregolare e, data la sua frammentarietà e difformità, non può essere spiegato attraverso la rigida matematica, non si presta alle rigorose regole della geometria euclidea. La geometria classica[2], infatti, si adatta perfettamente al mondo che gli uomini hanno creato, ma quando si considerano le strutture presenti in natura, quelle che sono al di là del regno della costruzione umana, molte di queste regole scompaiono. «Osservando la natura vediamo che le montagne non sono dei coni simmetrici, le nuvole non sono delle sfere, le coste non sono dei cerchi, la corteccia non è liscia, i fulmini non viaggiano in linea retta»[3]: la natura è rozza e questa asperità non è affatto misurabile.

Ma se nelle nostre osservazioni ci serviamo di un altro senso, quello della vista, adotteremo un approccio diverso, un metodo che può aiutarci a comprendere, tramite appunto delle immagini, concetti che in migliaia di anni non si è riusciti a spiegare, né tantomeno a capire. Se per un matematico la linearità e l'essenza di un cerchio sono contenute nell'equazione che lo descrive (il disegno del cerchio è solo un ausilio per rappresentare l'equazione), per un profano, che attribuisce al senso della vista un peso più ampio, la sua essenza coinciderà con la sua forma e l'equazione diventerà soltanto un mezzo per capire il cerchio ed eventualmente lavorare con esso. E se questo paragone lo estendiamo agli elementi della natura?

Proprio queste risposte cercava nel 1975 il visionario matematico Benoît Mandelbrot (1924-2010)[4]. Il suo modo eccentrico di guardare il mondo, la resistenza all'ostilità accademica, il coraggio, la caparbietà e la perseveranza, lo hanno portato a formalizzare un metodo rigoroso per descrivere e rappresentare la complessità della natura: «Nell'intera scienza, e per l'intera matematica, la linearità era tutto. Quello che ho fatto è stato guardare la rugosità per indagarla»[5].

Nel 1961, Benoît Mandelbrot lavorava come ricercatore presso il Thomas J. Watson di IBM. Era un brillante giovane accademico che non aveva ancora trovato una sua collocazione professionale precisa ed era esattamente il tipo di intellettuale anticonformista che IBM aveva bisogno di assumere. Presso i loro centri di ricerca, infatti, era stato av-

[2] Euclide di Alessandria, intorno al 300 a.C., formalizzò una geometria le cui idee hanno da allora dominato e regolato il pensiero occidentale. Partendo da assiomi intuitivi, Euclide sviluppò un insieme coerente di regole logiche per descrivere punti, linee e forme semplici. La sua geometria, così definita, rappresentava un universo astratto fondamentalmente privo di collegamenti con la realtà.

[3] B. Mandelbrot, *The Fractal Geometry of Nature*, W.H. Freeman and Co., New York 1982, p. 1.

[4] Nato il 20 novembre 1924 a Varsavia, la sua famiglia fuggì in Francia nel 1936 per scongiurare le minacce della Germania nazista. Laureatosi all'Ecole Polytechnique nel 1947, dal 1947 al 1949 studiò aeronautica al California Institute of Technology. Più tardi, di ritorno in Francia, conseguì il titolo di Docteur d'État presso la Facultédes sciences di Parigi. Entrato a far parte di IBM Research nel 1958, si è guadagnato il titolo di IBM Fellow nel 1974.

[5] Affermazione fatta da Mandelbrot nell'intervista *Fractals: Hunting the HiddenDimension*, rilasciata il 24 agosto del 2011 per il programma televisivo a contenuti scientifici Nova, prodotto dalla PBS – Public Broadcasting Service (consultabile su http://www.pbs.org/wgbh/nova/education/programs/3514_fractals.html).

viato un progetto che riguardava la trasmissione di dati tramite linee telefoniche. Una specie di rumore continuava però a disturbare il flusso delle informazioni trasmesse e i dirigenti IBM guardavano a Mandelbrot con la speranza che fornisse una soluzione al problema.

Sin da quando era un ragazzo, Mandelbrot aveva guardato e analizzato i problemi, esaminandoli da una prospettiva diversa da quella suggerita dai metodi matematici classici, una prospettiva che si avvaleva soprattutto di quello che la sensazione visiva suggeriva al suo risolutore. Così, il giovane Benoît non si avvalse delle tecniche analitiche classiche ma, istintivamente, studiò il disturbo in relazione alle forme che generava. Il grafico della turbolenza rivelò, sorprendentemente, caratteristiche peculiari che non si erano evidenziate con altri metodi: indipendentemente dal fatto che si rappresentassero le anomalie registrate in un intero giorno, solo per un'ora o, addirittura, quelle di un secondo, il modello del 'disturbo' era sorprendentemente simile. C'era qualcosa che governava e regolava tutto ciò, un qualcosa di più grande, ancora non noto, non decifrato, un qualcosa che divenne per il matematico 'ragion di vita' e che fu forte stimolo per il suo affascinante lavoro di ricerca.

Un modello senza fine

La libertà intellettuale che aveva trovato in IBM gli consentì di dedicarsi pienamente a questo nuovo progetto: basandosi sulla tecnologia che aveva a disposizione[6], Mandelbrot usò computer ad alta potenza per elaborare e manipolare queste osservazioni grafiche. La risposta finale fu che ogni parte del grafico, rimpicciolita o ingrandita milioni, miliardi di volte, aveva all'incirca il medesimo andamento del grafico di partenza e le medesime caratteristiche formali, pur rivelando nuovi dettagli visivi. Lo stesso processo di estensione delle forme si osservava in natura grazie a strutture che si proponevano con una molteplicità caotica e irregolare: linee di costa, catene montuose, nuvole, stagni, galassie, crateri lunari, dentatura delle foglie, cristalli di ghiaccio, saette, fiumi, forme minerali, rami degli alberi, fiori, lumache, meduse e altri animali.

In sostanza, i bordi della formazione di partenza, sottoposti a questo tipo di ap-

[6] Lavorare in IBM costituì indubbiamente un vantaggio, visto che negli anni Settanta non si poteva disporre facilmente di computer con elevata potenza di calcolo. In quel periodo, infatti, i computer erano appannaggio esclusivo di grandi enti di ricerca, riccamente finanziati; erano assai costosi e venivano utilizzati per studiare problemi di vasto impatto, quali la formazione delle stelle, le previsioni del tempo o la simulazione delle esplosioni nucleari. Per poterli utilizzare bisognava seguire un iter burocratico molto severo che consisteva nell'inviare richieste formali agli enti che avrebbero dovuto valutare la bontà del progetto ed eventualmente consentire l'utilizzo delle macchine. Se alla fine si riusciva ad avere una risposta positiva, bisognava impiegare molte ore-uomo affinché la macchina restituisse i risultati desiderati e non andasse in tilt. Cfr. J.D. Barrow, *Le immagini della scienza. Cinquemila anni di scoperte: una storia visiva*, Mondadori, Milano 2009, pp. 385-390.

profondimento, riproducevano in miniatura la medesima sequenza e, in aggiunta, ogni versione più piccola conteneva dettagli più articolati rispetto alla versione precedente. La specificità di questi dettagli era legata solo alla potenza del computer utilizzato: forme simili potevano riproporsi all'infinito, rivelando sempre più peculiarità e sorprendenti dettagli. Mandelbrot aveva dunque scoperto che esiste una regolarità nell'irregolarità, un ordine nel disordine, secondo quella proprietà da lui definita «autosimilarità»[7].

Confortato da questi successi, portò avanti le sue ricerche in maniera quasi ossessiva; continuò a produrre grafici raffiguranti altri fenomeni caotici: prezzi del mercato azionario, montagne, linee costiere, piene e fluttuazioni dei fiumi, rumori esotici, distribuzione delle galassie. Il suo eclettismo, il porsi instancabilmente nuove domande, il lavoro duro e tenace, la prontezza nell'affrontare problemi che andavano al di là delle sue competenze, lo trasformarono in un uomo profondamente arguto. Sapeva di aver intuito qualcosa di importante. Pubblicò rapidamente le sue scoperte e diede anche una definizione per questi oggetti straordinariamente belli e complessi: «oggetti frattali»[8].

> Ho concepito e sviluppato una nuova geometria della natura e ne ho implementato l'uso in diversi campi. Questa geometria descrive molti dei modelli irregolari e frammentati che ci circondano e porta a vere e proprie teorie, identificando una famiglia di forme che ho chiamato frattali[9].

Un frattale è un modello senza fine, una figura geometrica caratterizzata dal ripetersi all'infinito di uno stesso motivo su scala sempre più ridotta[10]. Ingrandendo ogni

[7] Nella totalità dell'immagine, la similarità diversifica la figura, nel senso che la proietta in un'ottica percettiva dove le forme simili, prese nel loro insieme, producono una forma che è simile e diversa al contempo. Può, cioè, contribuire a generare altre immagini nella sua totalità, come è facile osservare nei frattali.

[8] B. Mandelbrot, *Les Object Fractal. Formes, hazard et dimension*, Flammarion, Paris 1975; trad it. *Gli oggetti frattali. Forma, caso e dimensione*, Einaudi, Torino 1987, p. 7. Per descrivere tali schemi matematici ripetitivi o auto-simili, nel 1975 Mandelbrot coniò il termine «frattale» facendolo derivare dall'aggettivo latino *fractus* che ha il significato di rotto, non conforme, frastagliato. I frattali sono infatti figure molto frastagliate, granulose, a volte ramificate e intricate, con tentacoli o protuberanze, proprio come le forme naturali. Queste figure hanno una radice più antica, che non è solo legata al loro nome. Agli inizi del XX secolo, alcuni matematici avevano ideato curve e figure abbastanza singolari che sovvertivano le regole della geometria classica e che violavano le caratteristiche di armonia considerate naturali per gli oggetti in campo scientifico: la Curva di Koch, le Curve di Peano, il Triangolo di Sierpinski (figure bucherellate). Queste strutture furono considerate alla stregua di 'mostri' da relegare in una sorta di museo degli orrori o da esibire solo in un circo equestre. H. von Koch, *Sur unecourbe continue sans tangente, obtenuepar uneconstruction géométrique élémentaire*, P.A. Norstedt&Soner, Stockholm 1904.

[9] B. Mandelbrot, *The Fractal Geometry of Nature*, cit., p. 1.

[10] Questa proprietà dei frattali prende anche il nome di 'invarianza di scala', nel senso che, se osserviamo un frattale al microscopio, via via che aumentiamo gli ingrandimenti, cioè cambiamo scala, ci troviamo di fronte a immagini più o meno simili.

dettaglio, anche infinitesimo, Mandelbrot si rese conto che il motivo era sempre lo stesso e che, a differenza di altri oggetti geometrici, non perdeva le sue caratteristiche, anzi, era magicamente arricchito di nuovi particolari non percepibili a occhio nudo. Per meglio studiarne le caratteristiche, formalizzò anche una geometria di riferimento, definendo regole e parametri che spiegavano ruvidità, irregolarità e asprezza di una forma.

L'apparente semplicità di questo concetto è in realtà abbastanza ingannevole: riusciamo in effetti ad applicarlo a una gamma sorprendentemente ampia di forme che possono modellare una gamma altrettanto ampia di fenomeni. Come legare questo principio matematico alla natura? Una montagna, una pianta, un corallo, una conchiglia non sono altro che il frutto di parti più piccole aventi forme analoghe che si ripetono all'infinito, in maniera decrescente. Ogni scomposizione (scissione o frazionamento) di un albero – dal tronco sino al ramo più piccolo – è straordinariamente simile, ma con sottili differenze che forniscono dettagli crescenti, principi che regolano il meccanismo di vita dell'albero nel suo insieme, nella sua complessità. È la magia della natura che con le sue creazioni ci permette di sfiorare un concetto astratto e inafferrabile come l'*infinito*, racchiudendolo nei più piccoli dettagli di una foglia, di una conchiglia, di una *Brassica botrytis*[11](meglio nota come cavolfiore romano) e permettendoci di spiegare le proprietà di qualsiasi oggetto rugoso, pieghevole, come un cervello umano, una cavità polmonare, fiumi, mari e pianeti. A dirla con il matematico britannico Michael Barnsley, studioso di questi elementi, «la geometria frattale vi farà vedere e capire tutto in modo diverso: nuvole, foreste, galassie, foglie, piume, fiori, rocce, montagne, torrenti d'acqua, tappeti, mattoni, persone, cani, microrganismi, formiche e molto altro ancora!»[12].

Fedele alle sue radici accademiche, Mandelbrot andò oltre l'identificazione di queste istanze naturali. Una volta esplorati i frattali 'autosimiglianti', definì alcune procedure iterative che servivano a produrre costruzioni matematiche astratte, come i famosi insiemi che hanno preso il suo nome. Nel suo *The Fractal Geometry of Nature* presentò le teorie matematiche e i principi su cui si basava «la geometria frattale». Ciò che emerse fu una geometria che ruppe tutte le leggi euclidee del mondo creato dall'uomo e rimandò alle sue proprietà.

[11] L'esempio del cavolfiore è spesso usato per comprendere in maniera semplice la struttura della geometria frattale. Una testa di cavolfiore si rompe facilmente in cimette. Ogni fiore è come un cavolfiore più piccolo, quindi si scompone nuovamente in piccoli fiori. Utilizzando una lente d'ingrandimento, questo processo può essere visto su più passaggi. Una formula matematica che imiterebbe questa struttura potrebbe essere teoricamente ripetuta all'infinito. L'idea, quindi, è quella di auto-somiglianza: ogni parte, vale a dire ogni piccolo fiorellino, è come il tutto, tranne che per una dilatazione o una riduzione.

[12] Una tra le più importanti applicazioni del suo lavoro è stata la compressione delle immagini. Barnsley è riuscito a comprimere immagini complesse in codici molto contenuti, traducendole in frattali e raggiungendo, in alcuni casi, rapporti di compressione di oltre 10.000 a uno. La compressione frattale delle immagini implica nuove possibilità alquanto interessanti come quella di inviare animazioni video in tempo reale usando le linee telefoniche. Cfr. M. Barnsley, *Fractals Everywhere*, Academic Press, 1988, pp. 370-378.

Se si identificava una struttura essenziale in natura, affermava Mandelbrot, i concetti di geometria frattale potevano essere applicati per comprendere i suoi elementi costituenti e fare previsioni, assunzioni su come avrebbe potuto trasformarsi in futuro.Questo nuovo modo di vedere ciò che ci circonda, questa nuova percezione della realtà, ha portato a una serie di scoperte straordinarie sui mondi della natura e dell'uomo, e ha dimostrato che non sono disconnessi come si pensava una volta[13]. Gli sviluppi derivanti dagli insiemi di Mandelbrot sono stati diversi e numerosi, esattamente come le seducenti forme che genera. Le antenne, costruite tenendo in considerazione gli studi sui frattali, che raccolgono la più ampia gamma di frequenze conosciute, sono ora utilizzate in molti dispositivi *wireless*. I programmi di grafica e di *editing* delle immagini utilizzano i frattali per creare paesaggi meravigliosi ed effetti speciali realistici. Le analisi statistiche frattali delle foreste possono misurare e quantificare il grado di anidride carbonica che il mondo può produrre in sicurezza. A Mandelbrot dovrebbe andare anche un riconoscimento per aver colmato il divario tra arte e matematica, dimostrando che questi due mondi in realtà si compenetrano.

L'imporsi dei personal computer, sin dalla fine degli anni Settanta, ha permesso di avere accesso a una considerevole potenza di calcolo a costi bassi, con agevole interattività e buona grafica. Queste circostanze sono state il giusto stimolo per lo sviluppo di quegli che gli scienziati hanno cominciato a chiamare «sistemi complessi». Argomenti quali «caos» e «frattali» sono entrati a far parte del vocabolario della scienza proprio in virtù della rivoluzione dell'*home computing*. Sugli schermi dei nostri PC, semplicemente guardando quei luoghi geometrici creati tramite l'uso di formule ricorsive (formule ripetute più volte), possiamo ammirare panorami strabilianti, immagini dalle forme sinuose ed eleganti[14]. Inevitabile, dunque, che l'arte attingesse da questi principi per creare una vera e propria corrente[15]: il risultato è strepitoso, poiché fonde l'astrattismo alla matematica e unisce il rigore delle regole alla fantasia degli artisti. Immagini, movimenti, colori e musica, generati nel mondo dei frattali, non sono che il tentativo dell'uomo di fare propria

[13] La biologia è solo una tra le ultime applicazioni della geometria frattale. Per anni si è creduto che il cuore umano battesse in modo regolare e lineare, ma il ritmo di un cuore sano fluttua radicalmente in uno schema tipicamente frattale. Alcune ricerche dell'università di Toronto riguardano l'uso di un *imaging* ecografico per identificare le caratteristiche frattali dei flussi sanguigni, sia nei reni sani che in quelli malati, con l'obiettivo di utilizzare modelli matematici per rilevare le formazioni di cellule cancerose.Cfr. B.J. West, A.L. Goldberger, *Physiology in Fractal Dimensions*, in «American Scientist», 75, 1987, pp. 354-365.

[14] Ancor prima che venissero riconosciute da un punto di vista matematico, le immagini prodotte attraverso gli algoritmi di Mandelbrot divennero incredibilmente famose. Matematici artisti, come Richard Voss, Greg Turk e Alan Norton, modificarono leggermente le procedure fondamentali di Mandelbrot per creare stupefacenti panorami, sia realistici che astratti.

[15] La *fractal art* si basa sul calcolo di funzioni matematiche dai cui risultati si ricavano immagini, animazioni e musica. Le immagini, ad esempio, sono grafici risultanti dai calcoli ripetuti, le animazioni sono sequenze di questi stessi grafici. In musica, invece, ai risultati si associano diversi toni musicali.

l'idea di *infinito* suggeritagli dalla natura. E così l'arte si inchina alla sua magnificenza e con questi strumenti ne diventa una sua semplice, creativa, imitazione.

Ordine nel caos

Dopo il rivoluzionario intervento di Mandelbrot, i matematici furono sorpresi, ma contemporaneamente compiaciuti, nello scoprire che le loro figure 'patologiche', i 'mostri' indefiniti[16], che tanto recalcitranti si erano mostrati a una severa trattazione analitica, potessero finalmente avere una spiegazione formale. Il lavoro certosino di un umile matematico francese aveva ridato dignità scientifica alle forme irregolari, al caos, alla complessità del mondo, riuscendo a togliere i veli a quelle forme imperfette, sempre oscurate dalle pesanti ombre di quelle semplici e regolari. Il suo silenzioso lavoro è entrato nell'immaginario comune, ha dato spazio a nuove forme, ha modificato ineluttabilmente la geometria (la fisica, la biologia, la finanza, etc.), dandoci la possibilità di guardare al mondo come veramente è: caotico, spesso imprevedibile, infinitamente articolato.

Benoît Mandelbrot ha compiuto un'autentica rivoluzione culturale semplicemente inseguendo un'idea. Ce l'ha presentata nel suo volume più importante, *Gli oggetti frattali*, usando uno stile ben lontano da quello di un rigoroso trattato di matematica, «mescolando deliberatamente diversi generi, oscillando tra divulgazione e monografia»[17]. L'apparente disordine con cui ci vengono proposti argomenti ed esempi non è casuale, poiché il suo obiettivo non è quello di dimostrare, ma semplicemente quello di convincere, di far crescere nel lettore quella sensibilità verso una natura frantumata, aleatoria, molto più vicina al nostro quotidiano che al mondo ingessato della geometria classica.

Con le idee di Mandelbrot gli oggetti prendono forma, acquistano una propria esistenza. Egli descrive la loro bellezza smisurata e barocca in maniera estremamente naturale, definendo quasi una linea di demarcazione, una divisione infinitamente lunga, tra ordine interno e caos esterno e fotografando gli elementi che danzano frenetici nei loro punti di instabilità. Non importa quanto ci si riesca a immergere nelle rappresentazioni di Mandelbrot, certamente non arriveremo mai alla fine di esse, continueremo a vederne e creare altre e altre ancora, nuovi modelli, strutture, forme intricate che potrebbero ricordarci tentacoli, occhi di insetti, eserciti di cavallucci marini, tronchi di elefante e polpi. Benoît Mandelbrot non intuì mai di avere scoperto qualcosa. Non si rese mai conto di come la sua immaginazione fosse stata in grado di produrre oggetti dalla bellezza strepitosa. Sapeva solo di essersi messo a osservare ciò che era nascosto: «Erano semplicemente

[16] B. Mandelbrot, *Gli oggetti frattali*, cit., pp. 12-13. I concetti sviluppati in questo volume furono in realtà già proposti nel 1967 in un articolo pubblicato su «Science» nel quale si evidenziava che una forma geometrica può essere suddivisa in pezzi che risultano copie più piccole del tutto. Id., *How Long Is the Coast of Britain? Statistical Self-Similarity and Fractional Dimension*, in «Science»,CLVI, 3775, 1967, pp. 636-638.

[17] Cfr. Id., *Gli oggetti frattali*, cit., pp. 17-20.

lì, anche se nessuno li aveva mai visti prima. È meraviglioso che una formula così semplice spieghi tutte queste cose molto complicate!»[18].

Aveva dato vita a una nuova creatura affascinante, aveva ridato dignità matematica alla complessità del mondo, aveva proiettato la nostra mente verso l'infinito.

San Lorenzo

[18] Id., *Fractals: Hunting the Hidden Dimension*, cit.