medea

Immaginare mondi possibili: incontri tra scienza e letteratura

Luciano Boi

«Many people have an impression that mathematics is an austere and formal subject concerned with complicated and ultimately confusing rules for the manipulations of numbers, symbols, and equations, rather like the preparation of complicated income tax return. Good mathematics is quite opposite to this. Mathematics is an art of human understanding… […] A given mathematical concept might be primarily a symbolic equation, a picture, a rhythmic pattern, a short movie – or best of all, an integrated combination of several different representations»

W. P. Thurston, *Foreword* to *Crocheting adventures with hyperbolic planes*, by Diana Taimina

«Se il senso della realtà esiste, e nessuno metterà in dubbio il suo diritto all'esistenza, allora deve esistere anche qualcosa che si può chiamare senso della possibilità [...] definibile come la capacità di pensare a tutto ciò che potrebbe essere e di non ritenere ciò che è più importante di ciò che non è»

Robert Musil, *L'uomo senza qualità*

«L'imagination est la plus scientifique des facultés, parce que seule elle comprend l'analogie universelle»

Charles Baudelaire

«non solo il dubbio giova a scoprire il vero [...] ma il vero consiste essenzialmente nel dubbio, e chi dubita, sa, e sa il più che si possa sapere»

Giacomo Leopardi, *Zibaldone*

1. La scoperta di nuovi mondi: gli spazi non euclidei

Nella prima metà dell'Ottocento e fino agli anni '20 del Novecento la matematica e in particolar modo la geometria conoscono un periodo di profondo sconvolgimento concettuale con la scoperta delle geometrie non euclidee, prima grazie ai lavori di Gauss, Lobačevskij e Bolyai, poi a quelli di Riemann, Lie, Klein e Poincaré. Altri matematici hanno offerto contributi fondamentali, tra cui Clifford, Helmholtz, Beltrami, e in seguito Hilbert, Cartan e Weyl. Non sarà solo il mondo della matematica a risultarne trasformato profondamente nei concetti e metodi ma l'intera visione del mondo fisico e della conoscenza. In particolare, senza le geometrie non euclidee e la teoria a esse legata degli spazi curvi n-dimensionali, la relatività generale di Einstein e la nuova cosmologia che ne è scaturita, con l'idea di un universo dinamico in espansione e che evolve nel tempo, sarebbero stati impossibili[1]. La trasformazione

[1] La concezione della storia e la struttura dell'universo è cambiata radicalmente circa un secolo fa, e questo cambiamento ha rivoluzionato la nostra visione del mondo. Ancora cent'anni fa si pensava che l'universo fosse semplice: eterno, immutabile, composto di un'unica galassia che conteneva qualche milione di stelle visibili. Il quadro odierno è più completo e molto più ricco. Il cosmo ha avuto inizio 13,7 miliardi di anni fa, con il big bang. Una frazione di secondo dopo l'inizio, l'universo era un brodo caldo e informe composto dalle particelle più elementari: quark e leptoni. Via via che si espandeva e si raffreddava si sviluppavano livelli successivi si struttura sempre più complessi: neutroni e protoni, nuclei atomici, atomi, stelle, galassie, ammassi di galassie e infine

principale riguarda l'idea stessa di geometria e di spazio: infatti, da quel momento in poi non si parla più di una geometria e di uno spazio, ma di *geometrie* e di *spazi*. Il fatto di aver riconosciuto una pluralità di geometrie matematicamente possibili ha avuto un'importanza capitale per gli sviluppi futuri non solo della matematica e della fisica, ma anche in filosofia, nella letteratura e nell'arte, dove si comincia a immaginare mondi del tutto diversi da quello a cui la geometria euclidea ci aveva abituato per più di due millenni, e a supporre che questi mondi possano in qualche modo essere percepiti e persino esistere nella natura. Così un importante movimento di idee si sviluppa in due direzioni che in realtà sono complementari. Da un lato, si inventano nuovi mondi come pure costruzioni simboliche, come puro frutto dell'immaginazione creatrice, e ciò introduce un arricchimento significativo del concetto stesso di mondo fisico che oramai abbraccia sia il reale (ciò che esiste) sia il possibile (ciò che potrebbe esistere o che può divenire), dall'altro si cerca sempre più di mostrare che questi nuovi universi possono trovare una o più realizzazioni concrete nel mondo della natura e della vita.

2. Dalla rappresentazione di geometrie inusuali alla percezione di oggetti impossibili

L'idea che il mondo e le sue forme derivino da una logica combinatoria che contiene le sue stesse regole di costruzione è molto antica ed ha prodotto delle strutture naturali e delle opere artistiche straordinarie di fronte alle quali si rimane colmi di stupore. Basti pensare alla varietà infinita di motivi che si formano durante lo sviluppo e l'evoluzione sulla pelle degli animali o sulla corteccia dei tronchi degli alberi o ancora sul guscio delle conchiglie. La logica combinatoria, di cui uno dei più convinti

---

superammassi. Con l'apparizione delle prime forme di vita sulla Terra, questa complessità ha conosciuto un salto qualitativo mai avuto. Oggi la parte osservabile dell'universo è popolata da 100 miliardi di galassie, ognuna contenente 100 miliardi di stelle e probabilmente un numero simile di pianeti. Le galassie sono tenute insieme dalla gravità della misteriosa materia oscura. L'universo continua a espandersi e questo avviene a una velocità che aumenta a causa dell'energia oscura, una forma di energia ancora più misteriosa, la cui forza di gravità respinge anziché attrarre.

cultori in epoca moderna fu Leibniz, che ne ha fatto un cardine del suo pensiero matematico e filosofico, riposa su un certo numero di assunzioni, e in particolare sull'affermazione che l'universo si compone di parti distinte che però, combinate in modo coerente e secondo certe regole, formano un tutto razionale. Citiamo tre assunzioni importanti: (i) l'idea che si potesse costruire un calcolo proposizionale universale a partire dal quale sarebbe stato possibile fare tutte le deduzioni riguardanti un determinato dominio di oggetti o un certo genere di linguaggio; (ii) l'idea che tutte le proposizioni possano ridursi, per scomposizione, a un piccolo numero di proposizioni primitive e indefinibili; (iii) l'idea che fosse possibile dare una enumerazione completa di tali proposizioni primitive e indefinibili. Cosicché, facendo una enumerazione completa di tali proposizioni primitive (verità elementari di tutti i pensieri) che costituiscono l'alfabeto dei pensieri umani, e combinandole poi insieme con un procedimento combinatorio, sarebbe stato possibile ottenere tutte le proposizioni complesse dei pensieri, esattamente come le parole e le frasi del discorso si ottengono per combinazione di un piccolo numero di lettere dell'alfabeto.

Una delle tecniche più anticamente conosciute e affascinanti dell'arte combinatoria (o *ars inveniendi*) è quella della tassellazione o pavimentazione, che rappresenta uno degli esempi più straordinari di incontro tra matematica, arte e architettura. Una *tassellazione* (o *tassellatura*) è un modo di ricoprire il piano con una o più figure geometriche ripetute all'infinito senza sovrapposizioni. Nella geometria piana, tali figure geometriche (triangolo, quadrato, pentagono, esagono, ecc.), regolari o non, non possono invece avere lati curvilinei, o non avere affatto vertici. L'unica condizione che solitamente si pone è che siano connessi, anzi semplicemente connessi (ovvero che siano un pezzo unico e non abbiano buchi). In matematica sono state molto studiate le tassellazioni regolari, dove i tasselli sono solidi (poliedri, sfera, cilindro, cono, ecc.). Si definisce *tassellatura periodica* una tassellatura che consente traslazioni almeno in due direzioni non parallele. In caso contrario si dice *non periodica*. Un sistema di tasselli si dice *aperiodico* se con questi tasselli si ottiene una tassellatura non periodica. Affinché un poligono regolare tasselli il piano è necessario naturalmente che l'angolo interno sia un divisore di 360°. E questo vale per il triangolo, il quadrato e l'esagono. Non vale per il pentagono.

La tassellatura *non periodica* più nota è quella studiata dal fisico matematico Roger Penrose. Esistono molti insiemi di tasselli che portano a tassellature non periodiche. Il *primo*, scoperto nel 1966, era enorme, formato da 20.246 tessere. Successivamente diversi matematici scoprirono insiemi di tessere sempre più piccoli, fino alle più semplici coppie di tessere di Penrose. La coppia più famosa è quella formata dalla «punta» e dall'«aquilone», due tessere che si ottengono da un rombo avente gli angoli rispettivamente di 72° e 108°. Se si riporta sulla diagonale maggiore la misura del lato del rombo, si ottengono due parti, chiamate, come abbiamo detto, punta e aquilone, con le quali è possibile costruire una tassellatura non periodica. Ma si deve fare attenzione a non ricostruire il rombo, altrimenti si ricade su una tassellatura regolare. Per evitare questo si possono segnare le due tessere con linee di colore diverso, oppure dotarle di rientranze e sporgenze. In questo modo si impedisce che le tessere si colleghino secondo figure regolari. Va osservato che il rapporto tra i lati è il numero d'oro. La lunghezza di un lato è 1,618… volte quella dell'altro lato. E curiosamente il numero di aquiloni, in qualsiasi schema che ricopra il piano, è esattamente 1,618… volte quello delle 'punte'. Un'altra coppia di tessere, che costruiscono una tassellatura non periodica, è formata da due rombi. Esistono tre tessere, dette *polinimi* (scoperti da Penrose), che possono ricoprire il piano in modo non periodico. In questo caso, non c'è un motivo stabilito, che si ripeta all'infinito, ma la composizione varia in modo imprevedibile, costruendo un arabesco affascinante. È un esempio di quelli che vengono definiti 'universi giocattolo' e che Penrose (1992) ha utilizzato nel suo libro, *La mente nuova dell'imperatore*, per evidenziare i limiti del computer. È infatti possibile dimostrare che questa copertura del piano è realizzabile, tuttavia il computer non è in grado di simulare questo universo, non esiste cioè un programma che consenta al computer di stabilire quando un insieme di tessere di questo tipo possa ricoprire il piano.

Come ultimo esempio di un problema di matematica che non sia ricorsivo, consideriamo il problema di coprire il piano euclideo con forme poligonali: disponendo di un numero finito di tali forme diverse, ci chiediamo se sia possibile ricoprire completamente il piano, senza vuoti e senza sovrapposizioni, usando solo queste forme e non altre. Una tale disposizione di forme è chiamata *tassellatura* del piano. Come già accennato, tali tassellature sono possibili usando solo quadrati, o solo triangoli equilateri, o solo esagoni regolari, ma non usando pentagoni regolari. Per tassellare il piano si possono usare molte altre forme singolari, come due pentagoni *irregolari* i cui lati non sono di uguale lunghezza. Tutti questi esempi hanno la proprietà di essere *periodici*; ciò significa che sono esattamente ripetitivi in due direzioni indipendenti. In termini matematici, si parla di un *parallelogrammo periodico*: un parallelogrammo che, qualora venga marcato in qualche modo e poi ripetuto di continuo nelle due direzioni parallele ai suoi lati, riprodurrà il disegno della tassellatura dato. Ora, ci sono molte tassellature del piano che *non* sono periodiche. Esistono ad esempio delle tassellature 'a spirale' non periodiche, con una tessera di forma a corno. Questa particolare forma di tessera è nota come 'versatile' e fu escogitata da B. Grünbaum e G. C. Shepard nel 1981. Si noti che la forma versatile tassellerà il piano *sia* in modo periodico *sia* in modo aperiodico. Questa proprietà è condivisa da molte altre forme di tessere singole e da insiemi di forme di tessere. Ma esistono anche, come abbiamo visto, singole tessere o insiemi di tessere che tassellano il piano *solo* in modo aperiodico: esse furono trovate dal matematico R. Robinson nel 1971. Anche in questo caso non esiste un algoritmo che permette di decidere se un insieme finito di forme poligonali diverse tassellerà o no l'intero piano, come la scoperta delle tessere aperiodiche lo prova. Il problema della tassellatura fa parte della matematica non ricorsiva! In matematica, una funzione f si dice *ricorsiva* se il valore di f su alcuni argomenti dipende dal valore di f su altri argomenti, solitamente più 'semplici' rispetto ad una opportuna metrica da definire. Esempi famosi di funzioni ricorsive sono la funzione fattoriale e la funzione di Fibonacci.

Va sottolineato che la procedura della tassellatura aperiodica scoperta da Penrose non ha solo un valore e significato astratti, essa infatti ha permesso di chiarire la struttura cristallina, cioè la disposizione degli atomi di un gruppo di sostanze chiamate *quasi-cristalli*, che sfidavano le leggi classiche della cristallografia. Le tassellature non periodiche, con le tessere di Penrose, sono il modello di riferimento di queste sostanze. Ricordiamo soltanto che generalmente i corpi solidi si presentano allo stato amorfo, con gli atomi disposti in modo casuale e disordinato, come il vetro, oppure allo stato cristallino, come il sale da cucina, con gli atomi disposti in ordine geometrico su reticoli tridimensionali, costituiti da miliardi di celle tutte uguali, ognuna delle quali in genere non è più grande di un decimilionesimo di centimetro. Regole geometriche, stabilite circa 150 anni fa, consentono di definire forme e proprietà dei cristalli. Una di tali regole afferma che le uniche simmetrie di rotazione permesse per una struttura cristallina sono quelle binaria, ternaria, quaternaria e senaria, tali cioè che la struttura del cristallo torna a coincidere con se stessa, dopo una rotazione di mezzo giro oppure dopo un terzo, un quarto, un sesto di giro. In altre parole, in pratica non possono esistere cristalli con simmetria pentagonale di rotazione, cioè con queste forme non è possibile riempire in maniera uniforme il piano. Ora, le strutture delle tassellature aperiodiche hanno *quasi* una simmetria quinaria. Si possono cioè trovare dei movimenti che portano la struttura *quasi* a coincidere con se stessa. Una tale simmetria quinaria è stata sempre *proibita* in matematica.

Negli anni Ottanta, qualche anno dopo la scoperta delle tassellature non periodiche, alcuni fisici scoprirono l'impossibile: parecchie sostanze simili all'alluminio e al manganese che presentano una simmetria quinaria – queste sostanze furono battezzate *quasi-cristalli*. Nello stesso periodo, il matematico P. Steinhardt avanzò l'ipotesi che gli atomi di una sostanza chimica (di un metallo) potessero costruire strutture aperiodiche simili alle tassellature di Penrose. Strutture che avrebbero potuto giustificare la simmetria quinaria dei quasi-cristalli, ma dove, al posto dei due rombi di Penrose, si utilizzarono due romboidi che riempivano completamente lo spazio tridimensionale, o un'unica tessera decagonale (una tessera che compone ancora tassellature non periodiche, ma soltanto se vengono consentite sovrapposizioni). Qualche anno dopo arrivò la verifica sperimentale di questo modello matematico: la tassellatura ottenuta con le tessere decagonali (in parte sovrapposte) coincide perfettamente con la figura di diffrazione ai raggi *X* di un quasi-cristallo.

In architettura, le tassellazioni vengono chiamate anche *pavimentazioni*: in effetti ogni possibile modo di coprire un pavimento con delle mattonelle di forma data non è altro che una tassellazione. Famosissime sono le tassellazioni che ricoprono molte pareti del complesso dell'Alhambra a Granada, frutto dell'arte araba del secolo XIV.

I mori usarono tutti i diciassette gruppi di simmetria nelle loro intricate decorazioni dell'Alhambra. Molti materiali naturali sono caratterizzati da una struttura microscopica che si ripete sempre più o meno uguale (fino alla regolarità perfetta dei cristalli periodici). Ci sono svariati casi in cui è possibile trovare tassellazioni macroscopiche e quindi visibili ad occhio nudo (esempio ben noto: le cellette esagonali di un'arnia di api formano una tassellazione).

Le tracce della cultura materiale di tutte le civiltà che ci hanno preceduto testimoniano della seduzione che i motivi geometrici, da sempre, esercitano sull'uomo. Questo fascino si traduce nella propensione che spinge gli esseri umani a decorare tutto ciò che li circonda: gli oggetti, i corpi, l'ambiente. Alcuni noti storici e psicologi dell'arte, come E. H. Gombrich e R. Arnheim, hanno ipotizzato una relazione tra la capacità di percepire i motivi e il processo di costruzione dello sviluppo cognitivo attraverso il riconoscimento di strutture, correlando quindi questa abilità percettiva al successo evolutivo stesso della specie umana. A detta di Arnheim, la percezione deve ricercare la struttura. La struttura, infatti, è la scoperta di un ordine auto-organizzato e creativo nelle cose. La struttura ci dice quali siano i componenti essenziali delle cose e secondo quale tipo di ordine essi interagiscano dinamicamente. Gombrich (1994) ha scritto che l'umano senso dell'ordine è radicato nell'eredità biologica e lega la percezione dei *patterns* alla sopravvivenza stessa. Così, nella lotta per l'esistenza l'organismo avrebbe sviluppato un senso dell'ordine non tanto perché, in genere, l'ambiente fosse ordinato secondo regole predeterminate, ma piuttosto perché la percezione richiede una griglia in base alla quale individuare deviazioni dalla regolarità.

3. Oggetti 'patologici' in matematica (sfera *cornuta* di Alexander, curva di Peano, insieme di Cantor)

Esistono delle varietà (le *varietà* sono oggetti matematici che generalizzano la nozione di spazio euclideo) per le quali non è vera la proprietà asserita dal teorema di Jordan, *che ogni sottospazio (sottoinsieme) S dello spazio omeomorfo ad una sfera divida lo spazio in due regioni, una delle quali omeomorfa a una palla*. Un esempio è dato dalla sfera di J. Alexander (il matematico americano che la scoprì nel 1924), detta anche *sfera cornuta*, che è uno spazio *riducibile*; cioè uno spazio che, contrariamente al nostro spazio R^3 o alla sfera S^3, corrisponde a una sfera inclusa in R^3, ma che non gode della proprietà di essere liscia né quella di essere il bordo di una palla. In altre parole, la sfera di Alexander è un oggetto topologico, ossia una superficie nello spazio R^3 omeomorfo a una sfera, ma con proprietà molto diverse, esotiche, dalla sfera usuale, che ne fanno un oggetto topologico *patologico* (da qui il nome attribuitogli di 'mostro matematico').

Esistono altri esempi importanti (e ormai famosi, anche se al momento della loro scoperta i loro inventori incontrarono soprattutto incomprensione e ostilità) di oggetti patologici (e per niente ovvi) inventati nel corso degli ultimi due secoli: curva di Peano, insieme di Cantor, sfere esotiche non-differenziabili, nodi selvaggi. Quando non ci si ferma alle loro proprietà più apparenti, immediatamente visibili, ci si può rendere conto che questi oggetti presentano dei comportamenti profondamente diversi rispetto a quelli usuali, strani, per parte contro-intuitivi (se per intuizione si intende la percezione puramente sensoriale degli oggetti), per parte paradossali, nel senso che essi rimettono profondamente in discussione la validità dei ragionamenti logici più comuni.

La *curva di Peano* è una curva semplice che 'ricopre' interamente un quadrato, cioè passante per ogni punto di una regione limitata, il quadrato appunto; per la costruzione di questa curva si parte da un quadrato unitario che viene diviso in quattro quadrati uguali fra loro, i centri dei quali vengono uniti con segmenti a partire dal centro in basso a sinistra terminando nel centro in basso a destra. Si continua ripetendo il procedimento: si suddividono i quattro quadrati in altri quattro quadrati ciascuno, e si uniscono i centri di 16 nuovi quadrati così ottenuti. In termini più formali, la funzione f che definisce la curva di Peano è suriettiva: una funzione $f = X \rightarrow Y$ è suriettiva se $\forall y \in Y, \exists x \in X \mid f(x) = y$. Una curva di Peano non è quindi né iniettiva né derivabile.

L'*insieme di Cantor* consiste di tutti i punti dell'intervallo [0, 1] dei numeri reali, **R**, che non vengono mai rimossi dal procedimento ricorsivo seguente: partendo dall'intervallo [0, 1] si rimuove ad ogni passo un segmento aperto centrale da ogni intervallo. Al primo passo si rimuove da [0, 1] il sotto-intervallo (1/3, 2/3), e si rimane quindi con due intervalli [0, 1/3] [2/3, 1]. Al secondo passo si rimane con un segmento aperto centrale in entrambi questi intervalli (avente lunghezza un terzo della lunghezza del segmento, come al primo passo), e così si ottengono quattro intervalli ancora più piccoli. L'insieme di Cantor è dunque l'insieme che rimane dopo aver iterato questo procedimento infinite volte. È chiamato con termini suggestivi come *polvere di Cantor*, che sta a indicare la sua natura effimera, oltre che discreta.

Il matematico americano John Milnor scopre, nel 1956, l'esistenza in dimensioni superiori di sfere che egli stesso definì 'esotiche', sfere che hanno comportamenti inaspettati rispetto a una normale sfera, cioè una 2-sfera. Egli dimostrò l'esistenza di una 7-sfera (in realtà ne esiste più d'una, come dimostrò poi il matematico francese M. A. Kervaire) che può ammettere diverse strutture differenziabili (lisce), 28 per l'esattezza. Queste sfere esotiche presentano strutture differenziabili non standard; più precisamente, esse sono delle varietà differenziabili omeomorfe ma non diffeomorfe alla sfera bidimensionale usuale.

I *nodi selvaggi* non sono rari nel giardino botanico dei topologi, anche se sono difficili da trattare matematicamente. Molti nodi selvaggi possiedono un solo punto patologico isolato, verso cui converge una successione di nodi sempre più piccoli. Si può facilmente costruire un nodo selvaggio che abbia più di un punto di questo tipo. Ma si può andare oltre: si può, in effetti, costruire un nodo selvaggio che possiede un insieme infinito (addirittura non numerabile) di punti patologici. Tale insieme di punti selvaggi di una catena di nodi è infatti il famoso *insieme di Cantor*, che si ottiene così come abbiamo spiegato prima. Si può ottenere un nodo selvaggio più affascinante facendo passare una curva attraverso un insieme ancora più complicato dell'insieme di Cantor, ad esempio la «collana di Antoine» (si tratta di una costruzione geometrica dovuta al matematico francese non vedente Louis Antoine).

La *collana d'Antoine* è un oggetto fantastico, frutto straordinario dell'immaginazione matematica e dell'intuizione profonda, multisensoriale dello spazio. Per descriverlo, si parte da un solido, un toro, che chiamiamo T_1 (il più grande), all'interno del quale si inseriscono quattro tori pieni più piccoli allacciati due a due in modo da formare una catena (chiamata T_2) a quattro maglie. Dentro ognuna delle quattro maglie della catena T_2 si dispone quindi una piccola catena simile alla precedente: l'insieme formato dalle quattro catenelle (e dunque costituito dai 16 piccoli tori) è chiamato T_3. Dentro ognuno di questi anelli si prende di nuovo una piccola catena… e si ripete la stessa operazione. Il processo continua indefinitamente e l'insieme ottenuto come intersezione infinita degli insiemi T_i sarà la collana di Antoine: $A = T_1\ T_2 \ldots T_n \ldots$ Tra le proprietà notevoli che possiede la collana di Antoine, una ci interessa qui menzionare particolarmente, perché permette di costruire un nodo selvaggio, dovuto al matematico russo G. Ya Zuev, anche lui non vedente. Il nodo in questione, difficile da visualizzare, è rappresentato dalla curva che s'infiltra all'interno del toro più grande, poi nei tori più piccoli ecc., e si biforca ogni volta che penetra all'interno di un toro, tendendo verso la collana di Antoine. Si può dimostrare che la curva ottenuta come limite è una curva chiusa semplice, e che l'insieme dei suoi punti selvaggi è la collana di Antoine.

4. Leonardo e il libro immaginario della natura: uccelli volanti e turbolenze varie

In questa sezione faremo alcune considerazioni sul ruolo dell'intuizione e dell'esperienza nel pensiero di Leonardo. Cominciamo con il notare che nella seconda metà del Quattrocento, l'arte italiana conosce un cambiamento profondo che riguarda tutti gli aspetti della creazione artistica e della rappresentazione dello spazio pittorico. Quest'ultimo viene elaborato in termini più rigorosi applicandogli i metodi geometrici della prospettiva e in un modo più vicino alla complessità delle forme organiche e dei fenomeni naturali.

Leonardo appare uno dei principali protagonisti di questo rinnovamento del dialogo tra arte, matematica e natura basato sul richiamo costante del ruolo importante delle forze dinamiche e delle forme in movimento, e sull'idea che la concretezza storica degli individui s'intreccia in modo filiforme con le trasformazioni degli spazi naturali e sociali. Come osserva molto acutamente Argan, «in Leonardo tutto è immanenza» e la ragione dei fenomeni deve essere cercata nelle proprietà inerenti alla loro stessa natura: «L'esperienza della realtà deve essere diretta, non pregiudicata da alcuna certezza a priori: non l'autorità del dogma e delle scritture, non la logica dei sistemi filosofici, non la perfezione degli antichi» (Argan 1970). Per Leonardo, infatti, «la realtà è immensa» e inesauribile, possiamo coglierla solo nei fenomeni particolari, e il fenomeno ha tanto più valore conoscitivo quanto (leibnizianamente parlando) nel particolare manifesta la totalità del reale. Se nell'arte di Michelangelo, per esempio, predomina il sentimento morale, in Leonardo da Vinci predomina il sentimento della natura, «quello per cui sentiamo il ritmo della nostra vita pulsare all'unisono con quello del cosmo» (*Ibidem*).

A questo proposito, è bene precisare che per 'fenomeno particolare' Leonardo non intende mai qualcosa di isolato dal resto, ma piuttosto un fenomeno che, pur manifestando comportamenti specifici, riflette regole e principi generali. Citiamo alcuni esempi particolarmente significativi. Le importanti osservazioni che Leonardo compì nella botanica lo portarono a postulare che le foglie non sono disposte in modo casuale sui rami, ma secondo leggi matematiche, formulate poi solo tre secoli più tardi dai fratelli Bravais (cfr. L. e A. Bravais, 1837, 7: 42-110, 193-221, 291-348); è una crescita infatti, quella delle foglie, che evita la sovrapposizione per usufruire della maggiore quantità di luce. Scoprì anche che gli anelli concentrici nei tronchi indicano l'età della pianta, osservazione confermata da Marcello Malpighi più di un secolo dopo. Osservò inoltre l'eccentricità nel diametro dei tronchi, dovuta al maggior accrescimento della parte in ombra. Soprattutto, scoprì per primo il fenomeno della risalita dell'acqua dalle radici ai tronchi per capillarità, anticipando il concetto di linfa ascendente e discendente. A tutto questo si aggiunse un esperimento che anticipava di molti secoli le colture idroponiche: avendo studiato idraulica, Leonardo sapeva che per far salire l'acqua bisognava compiere un lavoro, quindi anche nelle piante in cui l'acqua risale attraverso le radici doveva compiersi una sorta di lavoro. Per comprendere il fenomeno, quindi, tolse la terra mettendo le radici della pianta direttamente nell'acqua, osservando che la pianta riusciva a crescere, seppure più lentamente.

5. Pluralità dei mondi possibili, da Leopardi e Poe a Hesse e Musil

Certe opere letterarie (Leopardi, Poe, Borges) evocano una visione cosmologica nella quale possono coesistere una pluralità di universi invisibili diversi tra loro. Tali universi possederebbero inoltre la proprietà di autoriprodursi e ramificarsi in configurazioni che danno luogo a una sorta di geometria frattale, o a un modello di spazio in cui l'universo si moltiplica all'infinito, passando da una scala di grandezza all'altra, da un ordine ontologico a un altro (dal macroscopico al microscopico). Il processo è analogo a quello dei *Limiti del Cerchio I-IV* di Escher, in cui l'artista usa le rappresentazioni di Poincaré e Klein per costruire la tassellazione del piano iperbolico non euclideo con pesci e uccelli anziché con triangoli e cerchi. (Nel modello del disco di Poincaré le simmetrie non euclidee sono date dalle cosiddette trasformazioni di Möbius, trasformazioni molto elastiche, e dunque poco rigide, che consentono di deformare le grandezze e i rapporti tra le grandezze).

Questa straordinaria intuizione letteraria incontra la nuova teoria inflazionaria dell'universo proposta verso il 1980 dagli astrofisici Paul Steinhardt, Alan Guth e Andrei Linde. Diversamente dalla teoria del Big Bang, in questo nuovo paradigma cosmologico l'universo appare caotico e omogeneo, in espansione e stazionario; il nostro cosmo cresce, fluttua e si riproduce eternamente in tutte le forme possibili, come se tendesse ad adattarsi a tutti i possibili tipi di vita. Alcuni scrittori (Bonaviri, Calvino) hanno mostrato un profondo interesse per i modelli cosmologici alternativi alla teoria del Big Bang e anche per gli ultimi sviluppi della teoria quantistica delle stringhe, interrogandosi spesso sui principali assunti di queste due teorie. Due concetti in particolare confermano tale visione letteraria e filosofica del cosmo: secondo il primo può esistere un'infinità di universi, tra i quali il nostro; per il secondo, ancora più radicale, l'universo è atemporale e non ha quindi avuto un inizio né avrà una fine. Va comunque detto che quest'idea si trova *in nuce* già in Giordano Bruno.

5. L'universo infinito di Bruno

La filosofia visionaria di Bruno prende le mosse dalla rivoluzione copernicana che ha letteralmente capovolto la concezione che si aveva dell'universo. In particolare, le scoperte dell'astronomo polacco hanno permesso di passare dalla concezione di un universo chiuso a quella di un universo infinito, dalla convinzione che esistesse un unico mondo a quella di una pluralità di mondi possibili, e dall'idea che la realtà avesse una struttura gerarchica con barriere ontologicamente fisse a una realtà organizzata in rete (orizzontalmente) con limiti cangianti e transizioni possibili.

Nel dialogo *Cena de le Ceneri* (1584), Giordano Bruno, ben oltre le teorie di Copernico, sostiene l'infinità dell'universo, in quanto effetto di una causa infinita, e dunque l'insussistenza di un centro. Nell'opera *De infinito, universo e mondi* (1584), l'autore è ancora più esplicito, poiché vi sostiene l'infinità dell'universo e la molteplicità dei mondi, la mancanza di un centro in un universo infinito, che comporta un'ulteriore conseguenza, e cioè la scomparsa dell'antico, ipotizzato ordine gerarchico dell'universo. Come sottolinea M. Ciliberto (2000: XVI),

> Scoprendo i mondi innumerabili e distruggendo le «muraglie» – e le «fasce» – che ne avevano costantemente salvaguardato il «primato», Bruno toglie all'uomo ogni «centralità», riducendolo a puro dettaglio, ad «accidente» finito dell'infinito prodursi della materia infinita. In essenza – e di questo Keplero è lucidamente consapevole – la «nova filosofia» muta radicalmente, e in modo definitivo, il problema del valore – e del senso – dell'esperienza umana.

Nel *De la causa* (secondo dialogo italiano) si trova

> il fondamento della «nuova filosofia», da cui scaturiscono, in modo diretto, da un lato, la concezione dell'universo infinito e dei mondi innumerabili; dall'altro, il rifiuto dell'immortalità dell'anima

individuale, con la conseguente equivalenza dell’anima umana con quella dei «bruti», delle «piante», e di «tutti gli enti inferiori» (*ivi*: XX).

Questa concezione, a sua volta,

> è strettamente e rigorosamente connessa alla teoria della «materia» e dell’«animazione universale» elaborata nel secondo dialogo italiano, nel quale Bruno afferma, appunto, che «spirito si trova in tutte le cose» e che «non è minimo corpuscolo che non contegna cotal porzione in sé, che non inanimi». Con il conseguente riconoscimento della verità della «opinion» di Anassagora, che «voleva ogni cosa essere in ogni cosa: perché essendo il spirto o anima o forma universale in tutte le cose, da tutto si può produr tutto» (*ibidem*).

Quella di Bruno è insomma

> una filosofia strutturalmente antiautoritaria, antigerarchica, a tutti i livelli. Nell’universo infinito […] cade ogni idea di centro e, conseguentemente, di «primato» di un aspetto della vita e della realtà su tutti gli altri. Non esiste un primato della terra rispetto agli altri astri, né è individuabile un primato dell’uomo o dell’anima umana, sul piano ontologico. Da questo punto di vista, avevano ragione sia Keplero che Mersenne: la «nova filosofia» getta l’uomo nell’«esilio» dell’infinito togliendogli ogni centralità predeterminata, ponendo sullo stesso piano l’anima umana, quella delle bestie e quella delle cose stimate – ingiustamente, per Bruno – senz’anima. Sono, appunto, i temi sviluppati nel *De la causa*, l’opera più eversiva e più rivoluzionaria del Nolano per il concetto di «materia» che propone. In modo specifico, dal punto di vista dell’universo (e delle «cose» dell’universo), la rottura dell’idea di centro – e di quella di «primato» ad essa, strutturalmente, congiunta – si compie, nel Nolano, attraverso il concetto di vicissitudine. Si tratta, anche in questo caso, di un tema costitutivo della cultura umanistica e rinascimentale sia italiana che europea [... in Bruno] c’è un elemento di originalità e di fondamentale novità imperniato nella connessione, consapevolmente e volutamente stabilita, fra «infinito» e «vicissitudine», fra «vicissitudine» e «moto» e «animazione» universale di ogni cosa, compresa, naturalmente, la

> terra. Mai nulla è fermo, statico, per Bruno; tutto è sempre, in ogni momento, sottoposto alla legge del moto, della vicissitudine universale [...], la mutazione vicissitudinale è il fondamento della vita di tutta la realtà [...]. Decisiva in tutti i sensi, la vicissitudine (cioè l'incessante movimento dalla vita alla morte, dalla morte alla vita) dal punto di vista ontologico si fonda sul moto inesauribile delle «parti», degli «atomi», i quali – scrive Bruno – hanno «corso infinito per le infinite vicissitudini e trasmutazioni tanto di forme quanto di luoghi», al di fuori – ed è questo il punto essenziale – di qualsiasi disegno preordinato, che non sia quello della infinita «perseveranza» della infinita «sustanza spirituale» (*ivi*: XLVII-XLIX).

6. Due grandi visioni dei 'mondi possibili'

In *Il giuoco delle perle di vetro* (*Das Glasperlenspiel*, 1943), Hermann Hesse ci invita a provare per un attimo a immaginare quali opportunità si schiuderebbero se, un giorno, la matematica e l'arte (scienze della forma per eccellenza), le scienze della natura e dei suoi processi, l'indagine sul significato degli oggetti e degli eventi, la letteratura, il senso del bello e del giusto si fondessero in un'opera armoniosa, in cui le affinità e le connessioni ci apparissero in una nuova luce e da cui persino le differenze risultassero con maggior chiarezza. E cosa accadrebbe di nuovo se questa sintesi diventasse al contempo uno straordinario strumento di lavoro, una nuova geometria mentale e un'alchimia spirituale che permettessero di combinare, per esempio, proprietà matematiche con qualità artistiche, elementi della natura e della cultura umana con effetti di senso, per dedurne e creare nuovi concetti e metodi che servano da trampolino per altre operazioni dello spirito? Sicuramente qualcosa di profondamente inedito si metterebbe in moto e nuove prospettive culturali e pratiche si profilerebbero.

Negli stessi anni, nella sua grande opera *L'uomo senza qualità* (*Der Mann ohne Eigenschaften*, 1930-1942), l'ingegnere e scrittore austriaco Robert Musil propone una riflessione particolarmente interessante sul tema della *possibilità*:

> Se il senso della realtà esiste, e nessuno metterà in dubbio il suo diritto all'esistenza, allora deve esistere anche qualcosa che si può chiamare senso della possibilità [...] definibile come la capacità di pensare a tutto ciò che potrebbe essere e di non ritenere ciò che è più importante di ciò che non è.

Parafrasiamo ora Musil a proposito di (due) diverse concezioni che si possono avere della matematica che, come si evincerà dal seguito, sono in relazione con quanto appena detto sul senso della possibilità. Per lui, esistono due modi di accostarsi alla matematica, in realtà due matematiche. Una matematica che, per comodità e fissando un termine senza assumerne le connotazioni di giudizio negativo, diremo 'cinica' (o 'opportunista'), opposta a un'altra matematica, per così dire 'passionale'. La prima è la matematica del regolo calcolatore, delle formule, delle banche e degli ingegneri, ma anche quella di molti accademici, ed è la matematica del noto e del certo; mentre la seconda è la matematica dell'ignoto e della possibilità, della fantasia e dell'onestà, della mobilità e dell'esercizio gratuito e innocente. Quest'ultima matematica, oscillante tra il gioco estremo e la mistica, assume per sua natura un carattere spiritualmente coraggioso e persino audace.

Per Musil, il concetto di *utopia* è intimamente apparentato con quello di possibilità. Infatti, utopia ha pressappoco lo stesso significato di possibilità; il fatto che una possibilità non è una realtà vuol dire semplicemente che le circostanze alle quali essa è attualmente legata non glielo permettono, altrimenti sarebbe invece una impossibilità; se la sciogliamo dai suoi legami e lasciamo che si sviluppi, ecco che nasce l'utopia. Si svolge suppergiù lo stesso processo come quando un ricercatore osserva la metamorfosi degli elementi in un fenomeno composto e ne trae le sue conclusioni: l'utopia è l'esperimento in cui si osservano la probabile trasformazione di un elemento e gli effetti che essa produrrebbe in quel complicato fenomeno che chiamiamo vita.

7. Lo spazio

Di che cosa è fatto lo spazio? Cosa lega i suoi elementi (se di elementi si può parlare) e qual è la natura delle loro relazioni? Per quali ragioni precise esso influenza la forma e il contenuto delle cose?

È interessante notare, per limitarci alla fisica, che negli anni Cinquanta il grande fisico (e ultimo allievo di Einstein) John A. Wheeler, al seguito di Paul A. M. Dirac, introdusse l'idea secondo la quale lo spazio può essere assimilato a un insieme infinito composto di minuscoli granelli legati tra loro o a una schiuma di sapone. Da lì l'ipotesi che le particelle elementari, di cui è costituita l'intera materia, possano risultare dallo spostamento di questi granelli o di queste bolle. Indipendentemente dal fatto che una tale ipotesi si riveli valida oppure infondata dal punto di vista sperimentale, è comunque chiaro che nella fisica del Novecento l'idea principale è che lo spazio ha realmente una struttura materiale. In altre parole, lo spazio non ha più la passività di un sistema di coordinate (di tipo cartesiano o di altra natura), ma è ormai concepito come un principio attivo, una sorta di *materia prima* che dà origine alle altre proprietà del mondo materiale.

Gli oggetti fisici non possono perciò essere concepiti come oggetti 'estranei' (o esterni) contenuti nello spazio: con le loro proprietà geometriche e dinamiche essi costituiscono infatti lo spazio, più precisamente uno dei tanti spazi possibili. Il mondo fisico è inseparabile dallo spazio 'vuoto' e incurvato in diversi modi. La materia, la carica, l'elettromagnetismo e gli altri campi sono in fondo manifestazioni della curvatura e di certe proprietà topologiche di natura dinamica dello spazio. Quello che abitualmente chiamiamo *spazio* è in realtà uno dei tanti spazi possibili, una delle differenti possibilità spaziali che ci è dato di immaginare. Non si può perciò escludere che l'universo nel suo insieme o determinati fenomeni fisici macroscopici possano acquisire un carattere spaziale differente, dando luogo a forme distinte da quelle finora conosciute.

Lo spazio-tempo della relatività generale di Einstein, dove la crono-geometria varia da punto a punto, è una versione deformata (dislocata) della crono-geometria liscia, piatta. Ciò che causa una tale deformazione sono le masse e le forze presenti nell'universo. Queste masse creano campi di accelerazione gravitazionale. La teoria di Einstein stabilisce una relazione diretta tra la distribuzione della materia nell'universo e la sua deformazione dello spazio-tempo. Essa si riassume in un'equazione che dice che la 'curvatura' dello spazio-tempo è uguale alla densità di energia-impulso, moltiplicata per un certo coefficiente numerico *k*.

Il poeta boemo Rainer Maria Rilke scrisse in uno dei suoi poemi che le vigne sulle colline del paesaggio (appunto collinare) della Provenza trasformavano la forma dei versi dei suoi poemi (la morfologia collinare fa subito pensare a una configurazione che alterna una regione convessa, quindi con curvatura positiva, a una regione concava, con curvatura negativa). Questa relazione trasformatrice – espressa nella forma di un'analogia simbiotica tra le forme degli esseri naturali e viventi e le tensioni creatrici della poesia – è ricorrente nell'opera di Rilke. Citiamo per esempio i primi versi della sesta elegia (*Die sechste Elegie*):

> a quanto tempo gravi segni mi persuadi, / o albero di fico, tu che, immemore quasi / di fiorire, nel frutto naturalmente voluto / schivo di lode derivi il tuo puro mistero. / *Come i canali d'una fontana, i curvi tuoi rami* / sospingono pei vagabondi meandri le linfe: / e balzano dal sonno, senza quasi destarsi, / nella felicità dell'adempimento più dolce. / Come nel Cigno il Dio[2].

Il tema di uno spazio anisotropo, curvo e spumoso ha ispirato Italo Calvino nella scrittura del libro *Le Cosmicomiche* (1965), e in particolare del decimo dei dodici racconti che lo compongono, *La forma dello spazio*. Calvino si serve del dato scientifico come di un'invenzione fantastica, come di una carica propulsiva per uscire dalle abitudini dell'immaginazione (ancorate alle immagini addomesticate, al visibile) e vivere il quotidiano nei termini più lontani dalla nostra esperienza. I racconti obbediscono a una linea di ricerca interna, sui cui si innestano letture (di cosmologia, di fisica quantistica o di geometria non euclidea) che sollecitano la mente al di là d'una storia visibile, al di là d'un racconto antropomorfico, e continuano in qualche modo il discorso dei suoi romanzi fantastici, in

[2] Corsivo nostro. Cfr. Rilke 1947.

particolare le storie dove il non-essere è contrapposto all'esistente, il vuoto o il rarefatto al pieno e al denso, il rovescio al diritto. Il punto forse più importante è che lo spazio non è un oggetto remoto a cui si cerca di dare una dimensione realistica, ma un oggetto del quotidiano che vive però lontano dalla nostra esperienza come insieme di abitudini accettate, come mondo caratterizzato da tanti incidenti e da numerose stranezze, capaci di formare le azioni e i comportamenti degli esseri 'veri' che lo abitano.

Più geometrie non euclidee – iperboliche (concave e in cui le linee divergono all'infinito) ed ellittiche (convesse e in cui le traiettorie finiscono sempre per incontrarsi almeno in un punto, o in più punti se sono provviste di torsione) – servono da sfondo al racconto fantastico e modellano il paesaggio delle salienze in cui si muovono gli esseri immaginari, più spazi fisici indissolubilmente collegati tra loro – da quello a curvatura variabile della relatività generale a quello rugoso e irregolare della geometria frattale, a quello schiumoso e caotico formato di cunicoli, anse, torsioni e nodi delle teorie della gravità quantistica – diventano il teatro vero e sorprendente di eventi inattesi, straordinari e strani. Il carattere estremamente accidentato e agitato della forma dello spazio ha la capacità di propagare qualità pregnanti ai soggetti che vi sono immersi, provocando una sorta di contaminazione delle loro percezioni e azioni. In altri termini, si costituiscono pregnanze quando si mette in moto una dinamica che permette il trasporto (o il trasferimento) di certe proprietà, attinenti alla forma dello spazio, alle qualità degli osservatori attivi che si trovano all'interno di quel mondo (modellato appunto su una determinata forma dello spazio). Citiamo da Calvino:

> Mi bastò capire che lo spazio era fatto in questo modo per accorgermi che vi s'insaccavano certe cavità morbide e accoglienti come amache in cui io mi potevo ritrovare congiunto con Ursula'x e dondolare insieme a lei mordendoci vicendevolmente per tutta la persona. Le proprietà dello spazio infatti erano tali che una parallela prendeva da una parte e una dall'altra, io per esempio precipitavo dentro una caverna tortuosa mentre Ursula H'x veniva risucchiata in un cunicolo comunicante con quella stessa caverna di modo che ci ritrovavamo a rotolare insieme su un tappeto d'alghe in una specie

d'isola subspaziale intrecciandoci in tutte le pose e i capovolgimenti, finché ad un tratto le nostre due traiettorie riprendevano la loro andatura rettilinea e proseguivano ognuna per conto suo come se niente fosse stato.

La grana dello spazio era porosa e accidentata da crepe e dune. Facendo bene attenzione, potevo accorgermi di quando il percorso del Tenente Fenimore passava in fondo a un canyon stretto e tortuoso; allora mi appostavo sull'alto d'uno strapiombo e al momento giusto mi buttavo sopra di lui badando di colpirlo con tutto il mio peso sulle vertebre cervicali. Il fondo di questi precipizi del vuoto era pietroso come il letto d'un torrente in secca, e tra due spunzoni di roccia che affioravano il Tenente Fenimore stramazzando restava con la testa incastrata e io già gli premevo un ginocchio nello stomaco ma lui intanto stava schiacciandomi le falangi contro le spine d'un cactus – o il dorso d'un istrice? – (spine comunque di quelle che corrispondono a certe aguzze contrazioni dello spazio) perché non riuscissi a impadronirmi della pistola che gli avevo fatto cadere con un calcio. Non so come mi trovai un istante dopo con la testa affondata nella granulosità soffocante degli strati in cui lo spazio cede sfaldandosi come sabbia; sputai, stordito e accecato; Fenimore era riuscito a raccattare la sua pistola; una pallottola mi fischiò all'orecchio, deviata da una proliferazione del vuoto che s'elevava in forma di termitaio. E già io gli ero addosso con le mani alla gola per strozzarlo, ma le mani mi sbatterono l'una contro l'altra con un 'paff!': le nostre vie erano tornate a essere parallele e io e il Tenente Fenimore scendevamo tenendo le nostre consuete distanze e voltandoci ostentatamente la schiena come due che fanno finta di non essersi mai visti né conosciuti.

8. Il tema dell'infinito e le sue variazioni

L'infinito è un tema ricorrente e fondamentale in molte forme di conoscenza e attività umane, e in particolare nella matematica e nella letteratura. La matematica, com'è noto, senza l'infinito sarebbe impensabile e impraticabile (come si evince dai diversi esempi menzionati in questo saggio); l'infinito interviene in tutte le sue intuizioni, costruzioni e dimostrazioni riguardanti i numeri e lo spazio; si può dire che il poter pensare l'infinito, attuale o immaginario, è la sua stessa ragion d'essere.

Analogamente, il pensiero libero e liberatorio dell'infinito è stato l'atto fondatore stesso della letteratura. Virgilio, Dante, Petrarca, Leopardi sono poeti dell'infinito per antonomasia. Per Leopardi, l'atto creativo (l'atto poetico) non può essere concepito se non con le radici affondate nell'immaginazione, se non nascosto, nutrito e animato nel fondo misterioso della natura, se non mosso da uno slancio di profonda riflessione verso l'infinito. L'infinito leopardiano comporta l'idea che ogni corpo vivo così come anche il linguaggio che lo esprime siano costantemente diversi; allo stesso tempo s'accresce continuamente la loro profondità spaziale e il loro flusso temporale. Nel termine e concetto leopardiano di *infinito,* le sue variazioni semantiche sedimentatasi nel corso del tempo, e che ancora riaffiorano, permangono impresse come in uno specchio che conserva lo spettro delle immagini intatto, anche se mai uguale a se stesso. In altre parole, quello d'infinito è un termine profondamente polisemico, e le sue possibili variazioni resistono a qualsiasi definizione univoca e chiusa. Leopardi non blocca il tempo nel passato, nella memoria statica, ma lo ripercorre per intero verso i suoi inizi attraverso tutta la sua durata. Leopardi si avvicina a una nozione di memoria che ha per aspirazione e per missione il superamento e l'abolizione del passato immobile, per restaurare e risollevare la realtà nella sua integrità e unità originaria. Senza dubbio questa aspirazione leopardiana si realizza nei versi de *L'Infinito*:

> Sempre caro mi fu quest'ermo colle,
> E questa siepe, che da tanta parte
> Dell'ultimo orizzonte il guardo esclude.
> Ma sedendo e mirando, interminati
> Spazi di là da quella, e sovrumani
> Silenzi, e profondissima quiete
> Io nel pensier mi fingo; ove per poco
> Il cor non si spaura. E come il vento
> Odo stormir tra queste piante, io quello
> Infinito silenzio a questa voce
> Vo comparando: e mi sovvien l'eterno,
> E le morte stagioni, e la presente
> E viva, e il suon di lei. Così tra questa

Immensità s'annega il pensier mio:
E il naufragar m'è dolce in questo mare.

L'infinito è collocato tra sogno e memoria, include uno spessore semantico inusitato per concetti come quelli di 'interminati spazi', 'sovrumani silenzi', 'profondissima quiete'. Nella poesia di Leopardi non solo si assiste a una fusione di spazio e di tempo in un fremito musicale che risveglia le cose e con esse si annulla, ma in modo ancora più significativo questa fusione di spazio e di tempo dipende da una sollecitazione della memoria in movimento fattasi sogno, che elimina i limiti spaziali e temporali. L'intensificazione, la dilatazione, la moltiplicazione dei valori semantici delle parole e dei concetti, per portarli a superarsi in atto di creazione, di poesia, è il metodo privilegiato da Leopardi, un metodo che appare più che mai pregnante e valido. Più generalmente, il senso del linguaggio sta oltre il suo formalismo verbale, la sua sintassi; infatti, esso si cela e si trasforma più nelle forme semantiche e nel campo percettivo e interattivo tra soggetti e contesti spazio-temporali. Per esempio, se dico: albero – tutti hanno nella mente un albero; ma nulla è meno albero di quelle tre sillabe da me pronunciate. Il segno verbale designa non un oggetto ma un rapporto, e connota il processo d'interazione e di comprensione del soggetto con l'oggetto. Il senso si forma (o emerge) non a partire da una semplice aggregazione o somma di presunti 'atomi' di significato, ma nel momento in cui si stabilisce una connessione dinamica e organizzata tra le forme possibili del significato e i contesti naturali dell'oggetto. Per ritornare a Leopardi, è interessante notare per esempio che la funzione dell'aggettivo, in molti casi di aggettivazione, è di incrinare la solidità semantica del sostantivo, di intralciarne all'estremo la decodificazione, di sciogliere l'eccesso di razionalità del discorso nella forza evocativa, intuitiva e creativa del linguaggio, nella potenza incantatoria e magica della parola.

La letteratura non s'interessa solo agli individui, ma una parte di essa ha anche e soprattutto rivolto la sua attenzione al mondo degli enti e degli esseri palpabili e materiali. Un mondo fatto di oggetti solo apparentemente inerti e senza valore, abitato da sedie, camicie, vestiti, sabbia, scale, ciottoli, bottiglie, tessuti, sfere e piramidi in cristallo e altri oggetti artigianali e quotidiani che per lo scrittore e l'artista possiedono un'esistenza vera e propria e persino una certa umanità. Spesso nella poesia e nell'arte, così come nei mondi immaginari e fantastici che creano, questi oggetti si trasmutavano in individui dotati di proprietà, qualità, intenzioni ed emozioni. Essi acquistavano, per così dire, un'identità autonoma, che poteva però di volta in volta essere comunicata alle sensibilità attente e alle coscienze critiche. Per lo scrittore argentino Jorge Luis Borges «ogni essere è unico (una pura individualità) e in quanto tale partecipa a quella prodigiosa e inestricabile avventura che è il processo cosmico, l'universo». Citiamo ancora un suo passaggio significativo a proposito dell'individualità e singolarità di ogni essere vivente (Borges 1989):

> Perché non supporre [...] che ogni singola formica sia un essere unico? [...] E lo stesso si può immaginare per una pianta, un fiore, una roccia. Perché non supporre che ogni cosa sia unica? Scelgo di proposito l'esempio più umile: che ogni formica sia unica e abbia la sua parte nella prodigiosa e inestricabile avventura che è il processo cosmico, l'universo. Perché non supporre che tutti serviamo a un fine?

9. L'infinito in Escher: tra arte e matematica

Nella produzione di Escher gli anni che vanno dal 1956 al 1970 individuano quello che possiamo definire *periodo dell'infinito*. L'ormai celebre *Limite del cerchio III* (1959) è una rappresentazione di uno spazio iperbolico, il cui modello è dovuto al matematico francese Henri Poincaré. Per avere un'idea dello spazio che Escher ha voluto rappresentare, immaginiamo di porci al centro del disegno e di voler camminare fino al suo bordo; mentre procediamo, ci contraiamo sempre più, proprio come accade ai pesci della figura. Per raggiungere il bordo, quindi, dovremmo percorrere una distanza che ci sembrerà infinita, ma essendo immersi in questo spazio non ci parrà subito ovvio che sia qualcosa d'inusuale. Questa rappresentazione dell'infinito anticipa di qualche decennio la formulazione matematica del concetto di *frattale* a opera di Benoît Mandelbrot. Vi è tuttavia una differenza importante tra il metodo usato da Escher per costruire certe sue litografie, in particolare quelle con espansione circolare o spirale, e i frattali: nell'effetto concepito da Escher la reiterazione avviene in un punto dello spazio, mentre nei frattali avviene ovunque nello spazio.

Nel suo fondamentale lavoro, *Les objets fractals. Forme, hasard et dimension* (1975), Mandelbrot descrive cos'è un frattale ed evidenzia l'inadeguatezza della geometria euclidea nella descrizione della natura con le seguenti parole:

> Perché la geometria viene spesso descritta come fredda e arida? Una ragione è l'incapacità di descrivere la forma di una nuvola o di una montagna, di una linea costiera o di un albero. Le nuvole non sono sfere, le montagne non sono coni, le linee costiere non sono cerchi, il sughero non è liscio e i fulmini non si muovono lungo linee rette.

Analogamente ai triangoli dei modelli iperbolici dei dischi di Poincaré e agli esseri immaginari dei cerchi limite di Escher, un frattale è un oggetto che mostra un'invarianza di scala – ovvero la stessa struttura a tutte le scale (dal tutto alle parti, dall'insieme al dettaglio, la forma frattale presenta una certa invarianza e ubiquità, anche in quegli oggetti e fenomeni che ci possono apparire informi) – e che possiede una dimensione non intera.

La dimensione frattale è una generalizzazione della definizione di dimensione euclidea. Si può definire con la seguente formula generale: $DF = \lim_{\varepsilon \to 0} \ln N(\varepsilon)/\ln(1/\varepsilon)$. Per esempio, il cosiddetto tappeto di Sierpinski ha come dimensione frattale: $DF = \ln 8/\ln 3 = 1{,}9$. Il famoso triangolo di Sierpinski è un insieme topologicamente perfetto, ossia uno spazio topologico (discreto) la cui struttura può essere reiterata all'infinito su tutte le scale conservandosi invariante, cioè riproducendosi secondo un certo fattore (fattore di scala) che corrisponde alle variazioni della dimensione delle forme che appaiono nello spazio. I frattali sono un tipo di struttura spaziale diffusissima in natura e nel mondo vivente (dai fiocchi di neve ai fulmini, dalle foglie ai polmoni, passando per migliaia di altri oggetti e fenomeni). Esiste un rapporto profondo tra caos e frattali. Infatti, i sistemi dinamici caotici di tipo dissipativo presentano attrattori con dimensione frattale, i cosiddetti attrattori strani. L'importanza della teoria dei frattali deriva anche dall'avere messo in luce il fatto che molte idee (oggetti o fenomeni) semplici possono condurre a una bellezza complessa e a una varietà infinita di forme. I frattali consentono di cogliere la testura della realtà e di analizzare l'irregolarità strutturata del mondo naturale.

All'origine di molte costruzioni matematiche e artistiche di Escher, in particolare delle tassellazioni del piano, c'è una geometria non euclidea, la geometria iperbolica, una concezione dello spazio e dell'universo che ha aperto possibilità estremamente interessanti alla creazione e all'immaginazione, cui Escher non ha mai cessato di ispirarsi per realizzare le sue opere (altrettanti mondi immaginari che rivelano le infinite possibilità offerte dalla geometria iperbolica per pensare la realtà e i suoi cambiamenti). Riassumendone le principali idee, si può dire che la geometria iperbolica (inventata da Gauss, Bolyai e Lobačevskij verso il 1830) è una geometria piana nella quale: a) la somma degli angoli interni di un triangolo è minore di 180°; b) per ogni punto esterno a una retta passano infinite rette parallele alla retta stessa; c) non esistono rettangoli. Il luogo di tale geometria (detto l'universo) è dato dai punti di un disco nel piano di raggio r (abbastanza grande rispetto all'osservatore) detto disco iperbolico o disco di Poincaré: $D = \{z \in \mathbf{C} : |z| < 1\}$, $ds^2 = dz\, d\bar{z}/(1-|z|^2)^2$. Si definisce una distanza particolare tra due punti A e B nel disco in modo che il cammino più breve, ovvero la retta, per andare da A a B sia quello dato dal cerchio passante per i due punti e perpendicolare al bordo del disco. Più precisamente, la distanza si definisce considerando il cerchio per A e B intersecante ortogonalmente il bordo nei punti A′ e B′. Allora $d(A, B) = 1/2\,|\log[(AA'/BA')(BB/AB)]|$. Si noti che, tenendo fisso A e muovendosi con B verso il bordo del disco, la distanza d(A, B) tende all'infinito; in altre parole, le distanze nel disco (modello di universo aperto e infinito) tendono a dilatarsi senza incontrare limiti. Questa proprietà, che può a prima vista sembrarci 'strana', ha profondamente affascinato Escher. Un teorema importante di geometria iperbolica dice che, dato un triangolo iperbolico con angoli A, B, C, l'area è uguale a $\pi/180° \, r^2 \, (A + B + C - 180°)$. Le diverse tassellazioni triangolari dei cerchi limite iperbolici realizzati da Escher sono una straordinaria illustrazione artistica di uno dei risultati più importanti della topologia del XX secolo. Nel 1908 fu formulata la cosiddetta *Hauptvermutung* (la 'Grande Congettura'), secondo la quale due triangolazioni qualsiasi di un poliedro sono equivalenti, nel senso che due triangolazioni qualsiasi di una varietà possono, a loro volta, essere triangolizzate ripetutamente fino a che i tesseratti (reticoli) che ne risultano sono uguali. La validità di questo teorema è stata dimostrata agli inizi degli anni Quaranta per i poliedri di dimensione 1 e 2, e nel 1953 per quelli di dimensione 3.

10. Il vuoto in fisica e in letteratura

Proviamo ora a stabilire un'analogia tra il vuoto visto come (un altro) stato possibile del mondo fisico e il silenzio inteso come stato possibile (o anche alterità) del linguaggio; in questo caso il silenzio non è sinonimo di assenza o rinuncia, ma espressione inudibile e ineffabile del pensiero. Il pensiero germoglia nel silenzio, che alcuni scrittori hanno visto come una specie di materia prima da cui scaturisce ogni forma di meditazione e di riflessione. Se, da un lato, il pensiero ci può apparire come la 'voce', il 'logos', dall'altro, il silenzio ci sembra essere inscindibilmente legato all'intuizione e all'immaginazione. In questo senso si può dire che esso porta *in nuce* tutte le qualità che potranno in seguito depositarsi nel pensiero, un po' come le qualità di un seme possono condurre, se le condizioni sono propizie per il germoglio, alla maturità del frutto. Viene in mente ciò che ha scritto il poeta, scrittore e saggista Octavio Paz (1983):

> Ho cominciato a scrivere, operazione tra le più silenziose, per oppormi al rumore delle dispute e battaglie del nostro secolo. Ho scritto e continuo a scrivere perché concepisco la letteratura come un dialogo con il mondo, con il lettore e me stesso – e questo dialogo è tutto il contrario del rumore che implica la nostra negazione e del silenzio che ci ignora. Ho sempre pensato che il poeta non è solamente colui che parla, ma colui che ascolta.

L'oggetto più misterioso che i fisici abbiano mai incontrato è il vuoto. E il segreto che più ci sorprende, tra quelli che il vuoto porta con sé, è l'origine della sua energia. Il misterioso oggetto di cui si sta parlando è il vero vuoto della realtà ordinaria, quello in cui viviamo. 'Vuoto' è ciò che si ottiene eliminando del tutto particelle e radiazioni. Per un fisico classico, si tratta semplicemente di spazio vuoto. In fisica quantistica, invece, il vuoto è lo sfondo sui cui si svolge un'attività frenetica. Il vuoto quantistico non è mai immobile, statico. Infatti, il campo elettrico e quello magnetico subiscono salti casuali, detti anche fluttuazioni quantistiche. La densità d'energia del vuoto diventa infinita quando consentiamo alla scala di grandezza delle fluttuazioni di rimpicciolirsi arbitrariamente. Ma forse c'è un limite minimo alle sue dimensioni. A distanze piccolissime anche la geometria dello spazio e del tempo è soggetta ad ampie fluttuazioni quantistiche. Come nel caso dell'elettromagnetismo, quanto più piccola è la scala di distanza, tanto più grandi sono le fluttuazioni e l'energia liberata. Al di sotto di una certa distanza critica, detta *lunghezza di Planck*, lo spazio-tempo acquista struttura caotica, simile a una schiuma: lo spazio si deforma e si contorce in maniera violenta, 'bolle' di spazio prive di connessioni reciproche appaiono e collassano, e molteplici 'anse' o 'cunicoli' spesso intrecciati e annodati tra loro si creano e si distruggono istantaneamente. La lunghezza di Planck, 10^{-33}; è piccola oltre ogni immaginazione: corrisponde a un milionesimo di miliardesimo di miliardesimo di centimetro! A scale superiori lo spazio appare liscio e la 'schiuma spazio-temporale' non è visibile, proprio come la superficie schiumosa dell'oceano appare liscia se viene osservata a grande distanza.

Il 'vuoto' non è affatto vuoto. Lo spazio è popolato di particelle elementari che appaiono e scompaiono troppo rapidamente per poter essere osservate. La meccanica quantistica e la relatività ristretta predicono la loro esistenza. La somma dell'energia di tutte le particelle dette 'virtuali', così come altre forme di energia, eserciterebbe una forza a lunga distanza, sia attrattiva come nel caso della gravitazione, sia repulsiva seguendo principi fisici ancora sconosciuti (energia oscura). A scala macroscopica, cioè dell'intero universo, questa energia agirebbe allo stesso modo della costante cosmologica, introdotta da Einstein nelle sue famose equazioni del campo gravitazionale.

In letteratura, quando si ricercano le parole, per trovarle si scava nella memoria (Proust), nell'immaginazione e nel metafisico (Borges, Calvino), nel paradosso e nell'inverosimile (Gadda, Bonaviri), nel nulla e nella negazione delle parole (Joyce, Beckett), nelle metafore… Si evitano la ridondanza e la vanità di cui sono spesso caricate. Più che come semplice veicolo verbale della comunicazione, si può vedere nelle parole un altro tipo di scrittura, impregnata di significati e di contenuti, il cui senso non può tuttavia essere né immediatamente né totalmente comunicato ed espresso. Il significato delle cose e delle idee sta per l'appunto al di qua e al di là delle parole, oltre i limiti del linguaggio verbale.

Verso la fine degli anni Sessanta, Italo Calvino (1995: 217) scriveva: «La battaglia della letteratura è appunto uno sforzo per uscire fuori dai confini del linguaggio; è dall'orlo estremo del dicibile che essa si protende; è il richiamo di ciò che è fuori dal vocabolario che muove la letteratura».

Si potrebbe qui notare che questo tema importante della letteratura e dell'arte si trovava già nell'opera di alcuni scrittori e poeti. Ad esempio in Stéphane Mallarmé il poema diventa un mondo ripiegato su se stesso (un universo con un'autonomia creativa) il cui senso nasce dalla risonanza; dal verso fluisce musica, ricchezza della sensazione, concordanza di tutte le arti che suscita magia. Con Mallarmé, l'immaginazione diventa il fondamento di una poetica antirealista e trasforma il simbolismo in impressionismo letterario; di conseguenza, la sua opera è quella dell'assenza di significato, che per l'appunto significa molto di più.

Sia la scienza che la letteratura rinunciano all'idea che i limiti del linguaggio corrispondano ai confini del mondo e della realtà. Esiste, infatti, una pluralità di linguaggi molto diversi tra loro, e questi costituiscono una frontiera mobile e fluida che lascia spazio alla creazione di nuove forme espressive e modalità creative. Tutti i linguaggi e tutte le forme di conoscenza si compenetrano e si arricchiscono in uno scambio reciproco continuo, e non esiste nessuna vera barriera tra loro. Come amava dire il grande fisico Richard Feynman (1971):

> La separazione delle discipline è semplicemente un fatto di convenienza umana, un fatto insomma del tutto innaturale. La natura non è affatto interessata alle nostre separazioni artificiali, e i fenomeni più interessanti sono quelli che rompono e travalicano le barriere tra i vari campi del sapere.

Samuel Beckett, nella sua radicalità, aveva elaborato proprio un tipo di scrittura che gli permetteva di distruggere le forme canoniche della letteratura, di rompere le frontiere tra i generi e gli stili letterari: epico, lirico e drammatico. In arte sarà soprattutto Lucio Fontana – prima con il *Manifesto Blanco* del 1946, poi con le sue opere a partire dal 1949 – a sancire il definitivo superamento della pittura, della scultura, della poesia e della musica come linguaggi codificati linguisticamente. Infatti i suoi tagli, i suoi buchi, aprono arditamente la tela, superando la tradizionale concezione della bidimensionalità, e affermano una nuova dimensione globale dell'arte. Per il fondatore dello *Spazialismo,* lo spazio va cercato oltre la superficie della tela; questo spazio è, allo stesso tempo, punto di partenza e meta di una visione che non cessa di rinnovarsi, di cambiare, e che perciò forma un'opera aperta proiettata verso l'infinito, un mondo di nuove e inaspettate possibilità.

11. Due analogie tematiche comuni alla matematica e alla letteratura

La matematica e la letteratura hanno in comune il tema dell'incompiutezza. In un'opera letteraria, l'incompiutezza è legata ai seguenti aspetti: (a) al fatto di non avere un unico significato ma un campo (o spettro) di variazioni di senso; (b) alla presenza di diversi livelli di realtà, per cui ogni elemento di un'opera letteraria può assumere diversi significati, ruoli e valori; (c) al fatto che in una stessa opera letteraria esistono più sistemi di relazioni tra gli elementi della narrazione. Per certe teorie matematiche l'incompiutezza è una proprietà molto importante e sottolinea il fatto che esse possono cambiare e ampliarsi all'infinito. I teoremi di Gödel ci hanno insegnato che in ogni teoria matematica ci sono delle proposizioni che, benché si supponga siano vere e in ogni caso logicamente coerenti, non si possono dimostrare perché l'insieme di assiomi e teoremi di base di una determinata teoria non è sufficiente per valutare la verità o falsità di tutte le proposizioni che essa contiene. Ciò ha condotto a due conseguenze filosofiche importanti: in primo luogo, a distinguere tra il significato matematico di una proposizione e la sua dimostrabilità logica; in secondo luogo a riconoscere che l'incompletezza di una teoria matematica non sia solo dovuta a limiti soggettivi o strumentali della conoscenza, ma ne rappresenta un elemento costitutivo essenziale e un criterio importante della sua capacità a offrire spiegazioni profonde di un dominio di oggetti matematici. Le idee di Gödel rappresentano un profondo cambiamento concettuale, che va ben al di là della matematica, perché dimostrano che le teorie matematiche, fisiche e filosofiche non sono affatto sistemi chiusi e definitivi, ma possono presentare imperfezioni, incoerenze ed errori.

Un altro tema comune alla scienza e alla letteratura riguarda l'opposizione oggettivo/soggettivo. Il positivismo (nelle sue diverse varianti) ha sempre sostenuto che la prima e più importante prerogativa della scienza sia il suo carattere oggettivo, cioè la capacità di descrivere matematicamente i fenomeni e di provarne l'esistenza tramite l'esperienza. Tutte le altre forme di conoscenza che non soddisfano un tale criterio di oggettività sarebbero non scientifiche. Di conseguenza le cosiddette scienze umane, e in particolare l'arte e la letteratura, sarebbero non scientifiche perché fondate unicamente su considerazioni e narrazioni di natura soggettiva. Si può tuttavia dubitare della pertinenza di una tale opposizione tra oggettivo e soggettivo. La frontiera tra fatti oggettivi e fenomeni soggettivi non è così netta e impermeabile come si vuol far credere; essa è piuttosto mobile e porosa e molti scambi e contaminazioni avvengono in questa frontiera. Infatti, ci sono oggi delle teorie scientifiche (teoria dei sistemi dinamici, del caos e della complessità, da cui emergono nuovi concetti di legge, di ordine e di organizzazione) che ci insegnano, fra le altre cose, che materia e energia, irraggiamento corpuscolare e onde elettromagnetiche, eventi neuro-fisiologici ed eventi emozionali, corpo e mente, fanno parte del medesimo processo reale, del quale noi abbiamo esperienza, anche se attraverso modi di conoscere distinti e dimensioni spaziali e temporali diverse. A tale proposito, si può anche osservare che la cesura che separa i processi biologici e neuro-fisiologici oggettivi e l'esperienza fenomenologica e soggettiva dell'individuo esiste solo *in abstracto*, non per le nostre intuizioni e percezioni in azione. Il superamento dei contrasti fra razionalità scientifica ed esperienza percettiva soggettiva è possibile riavvicinandosi al (e riscoprendo il) carattere vitale complesso e alla natura pluridimensionale della relazione fra uomo natura e cultura, attraverso una concezione e una considerazione concreta nuova dei paesaggi, dei territori e degli esseri viventi che li abitano.

12. La complessità: il cammino dove scienza e letteratura s'incontrano

Vorrei concludere (o meglio, riaprire) queste brevi riflessioni osservando che la nostra cultura scientifica, filosofica, artistica e giuridica non contiene ancora la percezione segreta e complessa della realtà. Eppure c'è quanto mai bisogno di cogliere i significati delle cose e degli esseri viventi nel loro auto-scoprirsi, auto-dispiegarsi in modo aperto e plurale. In una recente intervista, il regista e scrittore Ermanno Olmi affermava che «Questa capacità oggi è ridotta e soffocata perché si hanno troppi conformismi mentali (e si vive asserviti al loro peso), che ci rendono ciechi». È la 'cecità' di fronte ai 'veri' problemi del mondo e dell'uomo, ossia l'incapacità di percepire gli aspetti complessi della realtà e di discernere le ragioni profonde degli eventi che riguardano i fenomeni naturali e la natura umana, cioè l'esistenza e il destino dell'uomo. La 'cecità' di cui si parla qui non è quella (ovviamente) dei non vedenti, ma è una vicenda di uomini in generale, di cui parla con acutissima lucidità lo scrittore Saramago in uno dei suoi capolavori narrativi, *Cecità* appunto (apparso in portoghese nel 1995 con il titolo *Ensaio sobre a Cegueira).* L'essenza del racconto è una storia di anime, di anime alla deriva, di anime che vogliono salvarsi, di anime disposte a tutto pur di vivere un giorno in più. Si tratta di una malattia, di una patologia della nostra modernità, ma la cui natura è più di ordine mentale e spirituale che fisica. Questa patologia tende asintoticamente ad essere lo specchio della condizione umana odierna. È una realtà che sfugge all'idea di giustizia, e in cui spesso prevale l'obbedienza alla legge del più forte, situazione a partire dalla quale anche la dignità umana, il libero pensiero e la democrazia come virtù (e non solo come insieme di norme) vengono meno.

Su questa condizione della modernità ha scritto delle pagine perscrutanti e profonde il medico e scrittore siciliano Giuseppe Bonaviri. Nel romanzo *L'isola amorosa* (1973), egli getta lo sguardo inquieto su quella che potrebbe essere la condizione umana di domani: l'uomo, da sempre alla ricerca di se stesso nella propria globalità, tenta la ricomposizione del suo io frastagliato e disperso attraverso la riconciliazione dello spirito e della materia, muovendosi in una società che porta in se stessa i segni della disgregazione e dell’auto-fagocitazione. Ed è su questo terreno che si colloca un altro suo romanzo, *La Beffaria* (1975), in cui meglio si palesa la tendenza a cogliere gli stravolgimenti fisiologici, cognitivi e spirituali della civiltà tecnologica, atomizzata e massificata. Scrive Bonaviri, come a voler far risaltare lo iato ontologico che esiste tra la funzione poliedrica della scrittura e la piatta unidimensionalità della tecnologia:

> La scrittura è sofferenza, ma sofferenza liberatrice, esplorazione dell’io e dell’universo, ricerca di felicità, seducente infermità eppure fonte inesauribile di guarigione, benefica terapia. [...] Non so se avrò in avvenire critici acuti e molti lettori, visto che la società, nonostante le tante lacerazioni di cui soffre, in fondo si è fatta cupa, tutta rivoltata in un uomo-massa, senza intelligenza e sensibilità, il quale, intristitosi nell’anima e nel corpo, non conosce l’alito divino di un albicocco in fiore, il belare delle capre, l’armonia del mormorio d’un torrente in fiore.

E collocandosi nell’orizzonte di una nuova filosofia della natura umanista, di un nuovo umanesimo (si potrebbe dire), l’opera bonaviriana tende a realizzare storie al di là della storia, al recupero di un’unità primigenia e di un ritmo di vita sapienziale smarrito dall’uomo contemporaneo.

Questa unità primigenia, aggiungiamo noi, contrasta con un mondo esclusivamente digitale, unidimensionale e centrato su un presente perpetuo, virtuale, svuotato delle dimensioni del passato, cioè della memoria come temporalità essenziale, e del futuro, dimensione altrettanto essenziale per aprire verso il nuovo e cogliere le potenzialità a venire, il divenire delle cose, l’irripetibile accadimento del mondo nel suo farsi e nel suo predisporsi. Questo mondo digitale nega la complessità delle capacità corporee, cognitive e spirituali degli esseri umani. È tutto fondato sulla nozione meccanicistica e riduzionistica di quantità di informazione (in termini di numero di *bits* che ciascuno di noi riesce ad assimilare) e di un agire ripetitivo e calcolante. Ma, come ha ben mostrato il neurofisiologo Lamberto Maffei (2014), questa digitalizzazione del corpo e della mente, del movimento, dei gesti, dei pensieri e dei sentimenti, ci isola dal mondo 'vero', dalle sue diverse dimensioni e dalla sua ricchezza naturale ed antropologica: «Si vuole fare tutto in fretta perdendo così la percezione sana ed essenziale della lentezza naturale dei ritmi biologici, fisiologici e cognitivi».

Nelle *Operette Morali* e soprattutto nello *Zibaldone*, Leopardi porta fino in fondo la sua rottura con la visione meccanicistica (cartesiana) e riduzionistica (laplaciana) della scienza moderna. Le scienze 'positive' (cioè positivistiche) non possono più pretendere *alla* 'verità' sul mondo e la natura, e tantomeno far credere che esse consentano all'individuo di raggiungere felicità e consolazione nella vita. Leopardi ritiene che la scienza sia incapace di fornire le risposte a molti dubbi e interrogativi dell'uomo. Per il poeta recanatese, la scienza è essenzialmente incompleta e indeterminata. È questa stessa idea che è in fondo alla base dei risultati di incompletezza del logico e matematico Kurt Gödel, e uno dei punti di partenza della meccanica quantistica e delle successive 'scienze della complessità', come la teoria del caos o la teoria dei sistemi lontani dall'equilibrio di Ilya Prigogine. A riprova di ciò invito a leggere/rileggere quanto scritto da Leopardi nello *Zibaldone* su quella che connota come 'Filosofia delle circostanze', che, tradotta nel linguaggio di oggi altro non è che la teoria dei fenomeni contingenti e impredicibili, cioè soggetti a diverse e anche minuscole perturbazioni e a variazioni brusche delle condizioni iniziali, che sono quelli che il pensiero complesso prende in conto e cerca di capire.

Bibliografia

Abbott 1884 = E. Abbott, *Flatland, A Romance of Many Dimensions*, London 1884.

Alexander 1924 = J. W.Alexander, *An Example of a Simply Connected Surface Bounding a Region which is not Simply Connected*, "Proc. Natl. Acad. Sci.", 10 (1), 1924, pp. 8-10.

Antoine 1921 = L. Antoine, *Sur l'homéomorphisme de deux figures et de leurs voisinages*, "J. Math. Pure et Appl.", 4 (1921), pp. 221-325.

Argan 1970 = G. C. Argan, *L'arte moderna 1770-1970*, Sansoni, Firenze 1970.

Beckett 1953 = S. Beckett, *L'innommable*, Éditions de Minuit, Parigi 1953.

Boi 2014a = L. Boi, *Au bord de l'indicible: le réel multiple, la diversité des langages et notre relation au monde*, "Plastir", 36 (2014), pp. 1-20.

Boi 2011a = L. Boi, *Complessità, biodiversità ed eco-dinamica: come tessere nuove relazioni tra natura e cultura*, in *Paesaggi della complessità. La trama delle cose e gli intrecci tra natura e cultura*, R. Barbanti, L. Boi, M. Neve (a cura di), Mimesis, Milano 2011, pp. 187-261.

Boi 2014b = L. Boi, *Della singolarità in pittura e in matematica*, "Prometeo", 126 (2014), pp. 14-21.

Boi 2016 = L. Boi, *El entrelazamiento y el nudo come metáforas de la interacción entre arte y ciencia*, "Graffylia", 14 (22), 2016, pp. 5-23.

Boi 2011b = L. Boi, *Knots and Braids. Interweaving Art and Mathematics in Culture and Nature*, in *Paths of Creation*, S. Castro & A. Marcos (eds.), Peter Lang, Berna 2011, pp. 135-163.

Boi 2006 = L. Boi, *Limites du réductionnisme et nouvelles approches dans l'étude des phénomènes naturels et des systèmes vivants*, in *La fabrication du psychisme*, S. Mancini (ed.), Editions de la Découverte, Parigi 2006, pp. 207-239.

Boi 2012 = L. Boi, *Pensare l'impossibile: dialogo infinito tra arte e scienza*, Springer, Milano, 2012.

Boi 2015 = L. Boi, *Spazi e torsioni. Rapporti e linguaggi tra matematica, arte e architettura*, "Prometeo", 33 (130), 2015, pp. 66-85.

Boi 2005 = L. Boi, *Symétries et formes en mathématiques et dans la nature. Esthétique, mistique et signification en science*, in R. Barbanti e L. Boi (a

cura di), *Le dinamiche della bellezza. Pensieri e percorsi estetici, scientifici e filosofici*, Raffaelli Editore, Rimini 2005, pp. 337-392.
Bonaviri 1975 = G. Bonaviri, *La Beffaria*, Rizzoli, Milano 1975.
Borges 1959 = J. L. Borges, *Finzioni*, Mondadori, Milano 1959.
Borges 1989 = J. L. Borges, *Altre conversazioni,* con Osvaldo Ferrari, Bompiani, Milano 1989.
Borges 2007 = J. L. Borges, *El libro des los seres imaginarios*, nuova edizione, Editorial Destino, Barcellona 2007 (*Il libro degli esseri immaginari*, Adelphi, Milano 2006).
Bravais 1837 = L. e A. Bravais, *Essai sur la disposition des feuilles curvisériées*, "Annales des Sciences Naturelles. Botanique", 7 (1837), pp. 42-110, 193-221, 291-348.
Calvino 1995 = I. Calvino, *Cibernetica e fantasmi*, in *Saggi 1945-1985*, a cura di M. Barenghi, I Meridiani Mondadori, Milano 1995.
Calvino 1965 = I. Calvino, *Le cosmicomiche*, Einaudi, Torino 1965.
Calvino 1988 = I. Calvino, *Lezioni americane - sei proposte per il prossimo millennio*, Garzanti, Milano 1988.
Ciliberto 2000 = M. Ciliberto (a cura di), *Dialoghi Filosofici Italiani di Giordano Bruno*, Mondadori, Milano 2000.
Feynman 1971 = R. Feynman, *La legge fisica*, Bollati Boringhieri, Torino 1971.
Goethe 1903 = J. W. Goethe, *Studi scientifici sulle origini, affinità e trasformazioni degli esseri*, trad. it. di G. e G. Monti, Bocca, Torino 1903.
Gombrich 1994 = E. H. Gombrich, *The Sense of Order: A Study in the Psychology of Decorative Art*, Phaidon Press, 1994.
Grünbaum & Shepard 2016 = B. Grünbaum & G. C. Shepard, *Tilings and Patterns*, Dover Publications, NY 2016.
Heisenberg 1957 = W. Heisenberg, *Natura e fisica moderna*, trad. it. di E. Casari, Garzanti, Milano 1957.
Hesse 1998 = H. Hesse, *Il giuoco delle perle di vetro* (*Das Glasperlenspiel*, 1943), Mondadori, Milano 1998.
Leopardi 2014 = G. Leopardi, *Zibaldone di pensieri* (1817-1832), Biblioteca Donzelli, 2014.
Leopardi 2008 = G. Leopardi, *Operette morali* (1824-1832) BUR Biblioteca Univ. Rizzoli, Milano 2008.

Lolli 1992 = G. Lolli, *Incompletezza. Saggio su Kurt Gödel*, Il Mulino, Bologna 1992.

Maffei 2014 = L. Maffei, *Elogio della lentezza*, Il Mulino, Bologna 2014.

Mandelbrot 1975 = B. Mandelbrot, *Les objets fractals. Forme, hasard et dimension*, Flammarion, Parigi 1975.

Milnor 1956 = J. Milnor, *On manifolds homeomorphic to the 7-sphere*, "Annals of Mathematics", 64 (2), 1956, pp. 399-405.

Musil 2008 = R. Musil, *I turbamenti del giovane Törless* (*Die Verwirrungen des Zöglings Törleß,* 1906), Einaudi, Torino 2008.

Musil 1995 = R. Musil, *L'uomo senza qualità* (*Der Mann ohne Eigenschaften*, 1930-1933), Einaudi, Torino 1995.

Nagel, James 1992 = E. Nagel, R. N. James, *La prova di Gödel*, Bollati Boringhieri, Torino 1992.

Nietzsche 2015 = F. Nietzsche, *La gaia scienza*, Einaudi, Torino 2015 (*Die fröhliche Wissenschaft*, 1882).

Paz 1983 = O. Paz, *Tiempo nublado*, Editorial Seix Barral, Barcellona 1983.

Penrose 1992 = R. Penrose, *La mente nuova dell'imperatore*, Rizzoli, Milano 1992.

Pessoa 1986 = F. Pessoa, *Libro dell'inquietudine*, prefazione di A. Tabucchi, Feltrinelli, Milano 1986 (*Livro do Desassossego*, Lisbona 1986).

Prigogine 1991 = I. Prigogine, *La Complessità. Esplorazioni nei nuovi campi della scienza*, Einaudi, Torino 1991.

Rilke 1947 = R. M. Rilke, *Elegie duinesi* (*Duineser Elegien*, 1912-1922), ed. it. a cura di L. Traverso, Cederna, Milano 1947.

Saramago 2013 = J. Saramago, *Cecità* (*Ensaio sobre a Cegueira*, 1995), Feltrinelli, Milano 2013.

Thom 1990 = R. Thom, *Apologie du logos*, Hachette, Parigi 1990.

Valéry 1985-1986 = P. Valéry, *Quaderni, I-II*, Adelphi, Milano 1985-1986. (*Cahiers, I-II*, Bibliothèque de la Pléiade, Gallimard, Parigi 1968 e 1974).

Vilenkin 2007 = A. Vilenkin, *Many Worlds in One: The Search for Other Universes*, Hill & Wang Pub., 2007.

L'autore

Luciano Boi

Luciano Boi è professore all'École des hautes études en sciences sociales, al Centre de mathématiques di Parigi. La sua ricerca spazia dalla geometria alla topologia degli spazi, dalla filosofia della percezione ai rapporti fra scienza e letteratura. È autore di molti libri e articoli di ricerca su questi argomenti.

Email: caroluci766@gmail.com

L'articolo

Data invio: 30/03/2018
Data accettazione: 08/04/2018
Data pubblicazione: 30/09/2018

Come citare questo articolo

Luciano Boi, *Immaginare mondi possibili: incontri tra scienza e letteratura*, "Medea", IV, 1, 2018, http://dx.doi.org/10.13125/medea-3487