

BIOLOGIA

# I casi della vita

Cosa rende ogni individuo diverso dall'altro? Il patrimonio genetico, sempre unico. Ma anche l'ambiente in cui cresce e le storie biografiche che lo accompagnano. C'è poi un terzo fattore, più difficile da comprendere ma altrettanto importante: il caso. Perché il genoma non può sovrintendere e regolare tutte le microdecisioni che vanno prese nella fase dello sviluppo, aprendo così le porte al cambiamento



EDOARDO BONCINELLI

**S**i ritiene oggi che per quanto ricca e stimolante possa essere la vita di un particolare individuo che sta crescendo, questa non sia sufficiente a regolare lo stabilirsi di tutte le connessioni sinaptiche necessarie per il corretto funzionamento del suo cervello. La microstruttura di alcune sue regioni e l'assetto anatomico-funzionale di un certo numero delle sue sinapsi non sono dettate direttamente né dai suoi geni né dalla sua vita, ma da eventi casuali.

Certe connessioni, in sostanza, si formano perché comunque si devono formare. Se questa loro formazione è influenzata dall'esperienza, bene. Altrimenti, ciò ac-

cadrà in una maniera sostanzialmente casuale, cioè sulla base di processi che non hanno una causa specifica nota, o perché non è utile o perché non è facile o perché non è possibile conoscerla.

La nostra individualità ha quindi tre fonti principali, che sono anche altrettante sorgenti di variabilità: una fonte genetica - non tutti abbiamo esattamente lo stesso patrimonio genetico - una fonte ambientale o biografica - non tutti abbiamo vissuto la stessa vita dal momento del nostro concepimento fino ad oggi - e una fonte puramente casuale - non tutti siamo stati teatro degli stessi microeventi nell'anatomia funzionale del nostro cervello durante lo sviluppo embrionale e in tutte le fasi susseguenti. Ciascuno di noi è il risultato del concorso di queste tre fonti di diversità ed è per questo che nessuno è identico a nessun altro, nel cervello, ma non solo.

Abbiamo sempre qualche difficoltà con il concetto di caso e con l'accettazione di un suo ruolo primario in un processo qualsiasi. Ma ciò è spesso figlio di una serie di pregiu-

dizi e malintesi. Se diciamo che una cosa avviene a caso, non vogliamo dire che non ha una causa: ne avrà certamente una o, meglio, più di una, come tutti gli eventi del mondo. Evento casuale vuol dire quindi solo evento di cui non conosciamo con chiarezza le cause. Se lanciamo in alto una moneta, per esempio, quella "atterrerà" su una faccia; su quale faccia atterrerà dipende da molte cause: la velocità di partenza, l'angolazione, le condizioni dell'aria, il punto dove batte contro il terreno e via discorrendo. Non è impossibile determinare tutte queste condizioni, ma è molto arduo e non ne vale assolutamente la pena: diciamo allora che il risultato del lancio di una moneta è casuale.

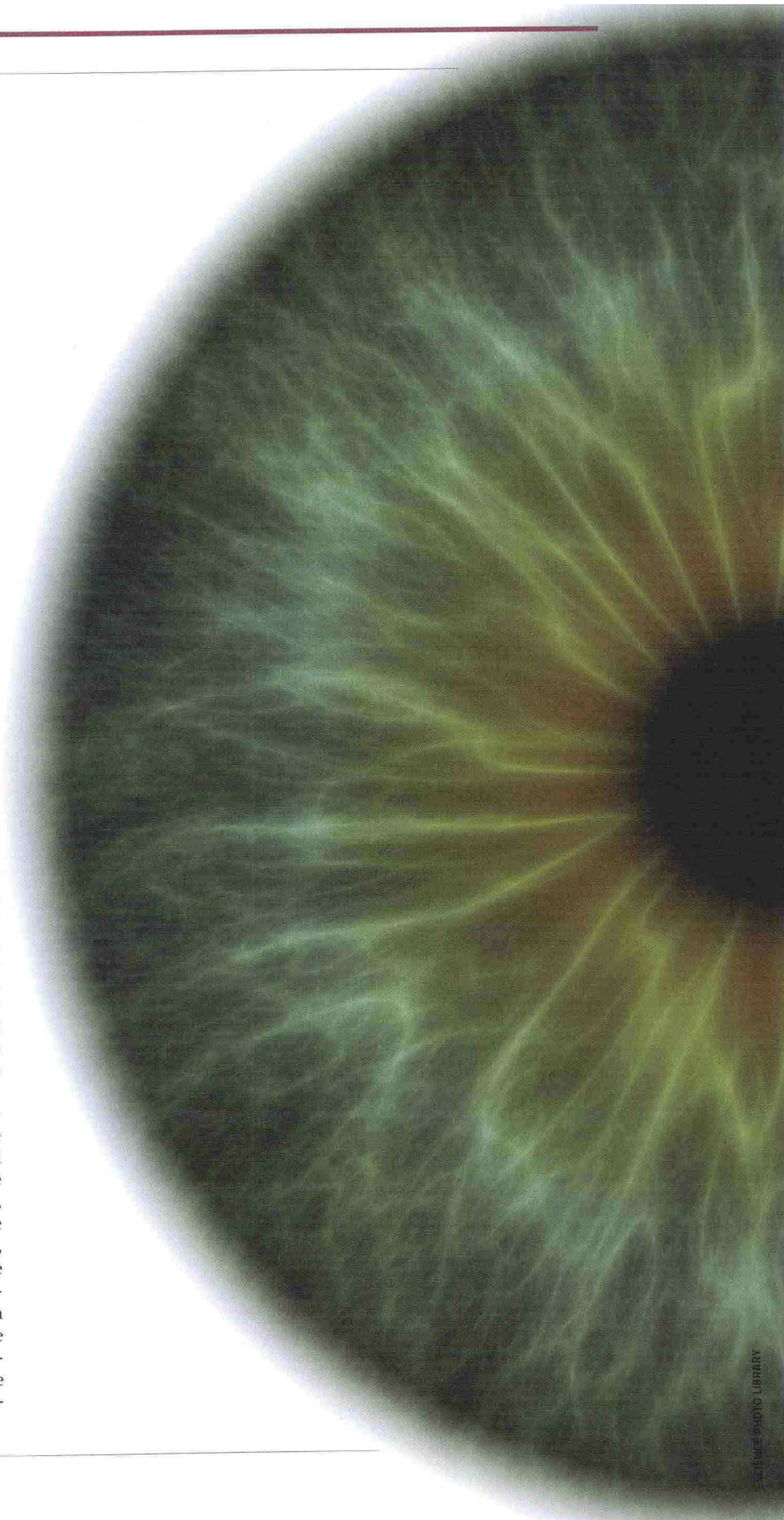
Consideriamo per un attimo adesso i cristalli di neve. Questi hanno tutti approssimativamente la stessa forma - sono a simmetria esagonale - ma non esistono due cristalli di neve identici. Perché? Perché osserviamo questo fatto, anche se la giustapposizione delle molecole d'acqua in fase di condensazione segue leggi fisiche e chimiche ferree e semplicissime? Le leggi in

*Siamo come i cristalli di neve: tutti hanno più o meno la stessa forma, ma non ne esistono due identici*

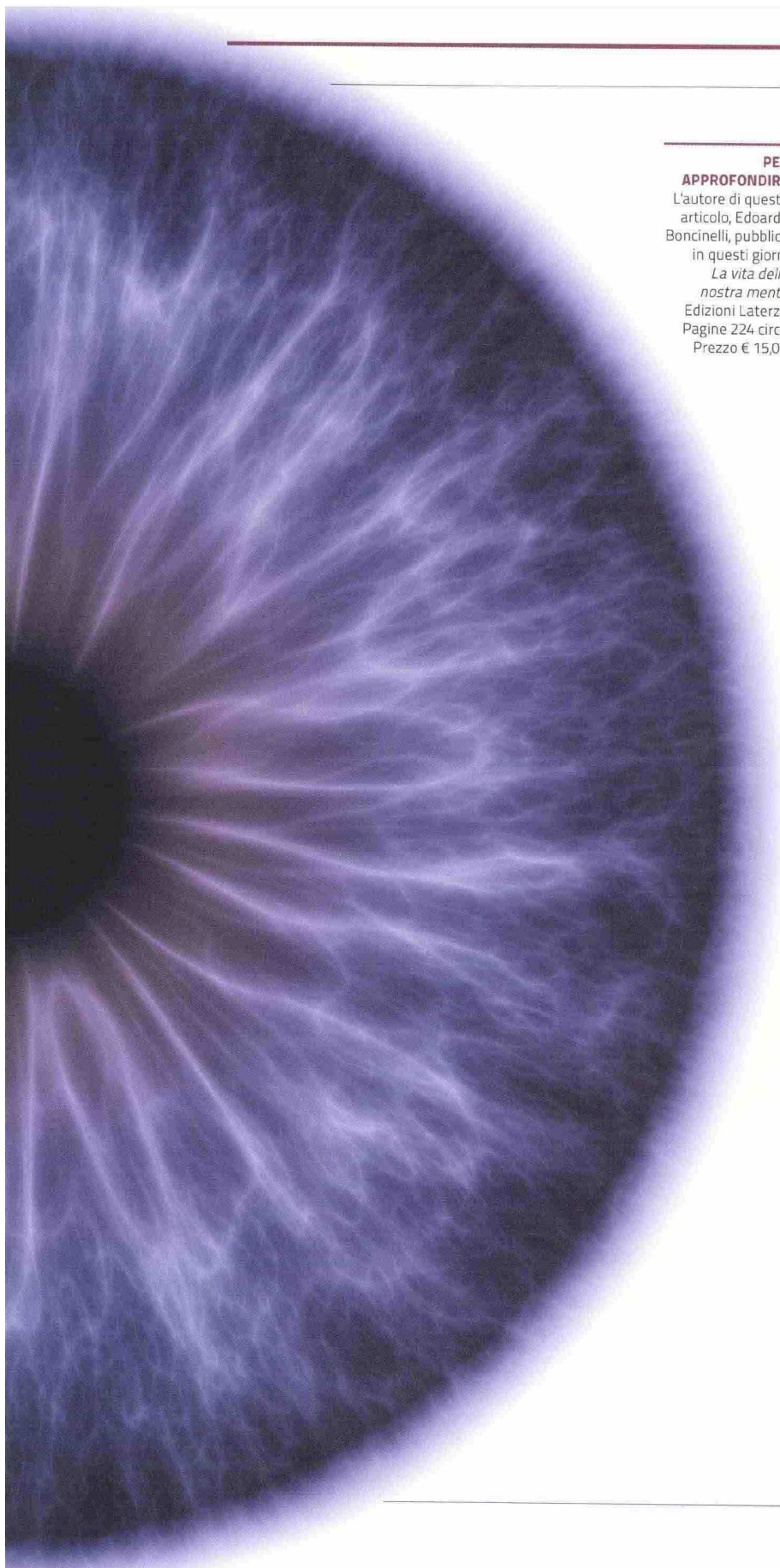


questione specificano rigidamente la forma generale di ogni cristallo, ma il dettaglio è poi opera del caso, a seconda che le singole molecole siano arrivate da una parte piuttosto che da un'altra, con una velocità e un'angolazione piuttosto che un'altra, in diverse condizioni di pressione e di temperatura. Se nonostante la loro semplicità e il fatto che la loro formazione dipenda da leggi assolute e indefettibili, i singoli cristalli di neve sono tutti diversi, figuriamoci che cosa ci dobbiamo aspettare da un essere vivente, così complesso e regolato da principi molto meno ferrei!

In un essere vivente che si sviluppa operano le leggi della fisica e della chimica che governano tutti i fenomeni naturali, ma in più c'è l'azione dei geni, o per meglio dire, del loro complesso, che costituisce il patrimonio genetico, o genoma, di quel particolare individuo. Che avrà innanzitutto una forma umana e nella stragrande maggioranza dei casi anche tutte le strutture biologiche e tutte le proprietà fisiologiche che competono a un essere umano. Avrà poi anche alcune ca-







**PER  
APPROFONDIRE**  
L'autore di questo  
articolo, Edoardo  
Boncinelli, pubblica  
in questi giorni  
*La vita della  
nostra mente*  
Edizioni Laterza  
Pagine 224 circa  
Prezzo € 15,00



ratteristiche somatiche e comportamentali che gli o le competono specificamente e che caratterizzano in tutto o in parte i membri della sua famiglia. Su tutto questo agirà poi l'ambiente in cui si troverà a vivere e la serie di eventi che gli capiteranno, ovvero le peculiarità della sua personale biografia, che finirà per stemperare certi dettami dettati dal suo patrimonio genetico, esaltarne altri e plasmarne i più. Prima ancora dell'incontro con il mondo, o contemporaneamente a questo, tutto deve passare al vaglio dell'insieme ricchissimo di eventi casuali che caratterizzeranno il suo sviluppo e la sua crescita. Nel suo corpo, e in particolare nel suo cervello, verranno prese in continuazione decisioni cruciali: quel contatto avviene così o così, quel gruppo di molecole si attacca qui oppure lì, quel condotto è più o meno largo, quel circuito è più o meno sviluppato o spostato a destra oppure a sinistra. Se ci osserviamo bene, siamo pieni di dissimmetrie e differenze, a esempio fra destra e sinistra o fra dorso e ventre, che non possono essere spiegate né con l'azione dei geni né



## TRE GIORNI DI IDEE

Dopo il successo dello scorso anno con 40 mila presenze, il **Festival della Mente**, giunge alla VIII edizione (a Sarzana dal 2 al 4 settembre). Dedicato al tema della creatività e ai suoi processi creativi, chiama a raccolta filosofi, scienziati, scrittori, architetti, designer, artisti, musicisti, psicoanalisti, storici, attori e registi, italiani e stranieri, che hanno avviato riflessioni originali sulla natura e sulle caratteristiche di una delle più apprezzate tra le capacità umane. Per maggiori informazioni: [festivaldellamente.it/](http://festivaldellamente.it/)

con l'influenza dell'ambiente, eppure sono reali ed estremamente concrete.

Come mai avviene questo? Il motivo fondamentale va ricercato nel fatto che durante lo sviluppo, ma in realtà durante tutta la vita, si devono decidere continuamente cose che corrispondono a una serie di ambiguità e questo va fatto in fretta, prima che si chiuda la finestra temporale concessa dalla natura per il compimento di quel dato processo. Se ci sono validi motivi genetici o ambientali per prendere una determinata decisione, bene; altrimenti, poiché non si può attendere troppo a lungo, sarà la sorte o la circostanza a decidere. D'altra parte, se questo succede

per un semplice e minuto cristallo di neve, perché non dovrebbe succedere per un organismo tanto più grande e complesso?

Si potrebbe obiettare: "Ma c'è il genoma; se non stabilisce questo o quest'altro, che cosa ci sta a fare?" Siamo così vasti e complessi e ci sviluppiamo talmente in fretta che nessun genoma potrebbe sovrintendere con precisione e puntualità a ogni evento del nostro sviluppo e della nostra vita. Molto lo fa, ovviamente, e tutti noi abbiamo un naso, due occhi, due orecchi, un cuore funzionante fatto così e così, ma non tutto può essere regolamentato. E poi c'è una questione di rilevamento.

Nella vita a noi interessa più ciò che ci differenzia dagli altri individui piuttosto che ciò che ci accomuna a essi. L'alternativa sarebbe un perfetto determinismo genetico, che nessuno ama e del quale abbiamo anzi una profonda sotterranea paura. Se fossimo determinati in tutto e per tutto dai nostri geni, non ci sarebbe l'individualità, cioè la libertà di essere diversi dagli altri, anche se ovviamente entro certi limiti.

Peraltro a noi piace esser diversi e andiamo orgogliosi della nostra irripetibile individualità. Che rappresenta poi una grande fortuna. Quante differenze si osservano anche fra i membri della stessa famiglia! Quante volte si è osservato che da una famiglia oscura e che non si è particolarmente segnalata per alcunché può nascere un individuo eccezionale o addirittura un genio? E viceversa, quante volte da una famiglia di grande lustro nasce qualcuno che vale molto poco e che magari può arrivare a distruggere le fortune della famiglia stessa? È una sorta di giustizia distributiva e uno degli argomenti più interessanti nello studio delle umane predisposizioni e doti.

Va comunque notato come nonostante queste grandi differenze, tutti gli uomini sono in grado di appropriarsi dei prodotti dell'evoluzione culturale e di contribuire al suo avanzamento. La grande eterogeneità dei diversi individui, cui abbiamo appena fatto cenno, contribuisce anzi ad arricchire il quadro di tali attingimenti e a rendere i concomitanti avanzamenti più rapidi e significativi. ■

*Il nostro corpo è pieno di asimmetrie che non possono essere spiegate né con l'azione dei geni né con l'influenza ambientale*





NUMERI CALCOLO

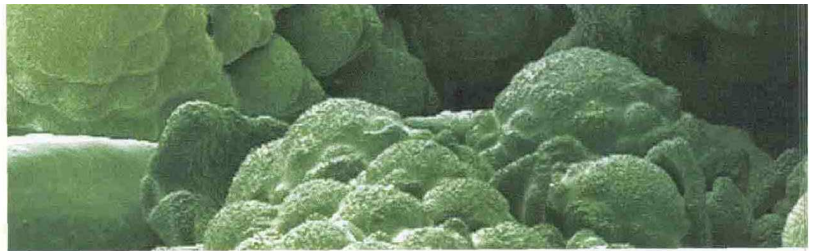
 SARZANA  
ENNIO PERES

# MATERIA PRIMA

Affascinante, universale, primaria. La matematica è la base da cui partire per conoscere e comprendere il mondo che ci circonda. Una chiave di lettura senza limiti, ma che a volte va maneggiata con cura per non inseguire falsi risultati. E allora chi meglio di un enigmista può spiegarne il funzionamento?

**S**econdo un aforisma di Mister Aster: «La vita è un grande gioco che ci ritroviamo a praticare, senza conoscerne bene le regole e senza sapere con certezza quale premio sia previsto alla fine». Per quanto riguarda il premio in palio, in effetti, non possediamo ancora informazioni sicure. In merito alle regole, però, possiamo affermare, senza tema di smentita, che sono di natura matematica... Infatti, la maggior parte degli innumerevoli fenomeni che regolano, non solo l'assetto dell'universo, ma anche i comportamenti umani, sono descrivibili mediante leggi matematiche, più o meno sofisticate. In generale, la matematica può essere considerata un'immensa raccolta di teorie e di procedure che consentono di ottenere determinati risultati numerici, nel modo più funzionale e affidabile. La sua caratteristica peculiare è l'assoluta attendibilità dei concetti su cui si basa. Una tale fondamentale proprietà è garantita dal sistematico ricorso alla prassi della dimostrazione, che permette di confermare la veridicità di una determinata ipotesi mediante lo svolgimento di un rigoroso ragionamento logico. Di conseguenza, mentre le filosofie, le confessioni religiose, le lingue e le tradizioni popolari sono innumerevoli, e sono indotte dal contesto storico e geografico nel quale nascono e si sviluppano, la matematica è la stessa in ogni parte della Terra. Non è azzardato supporre che, se esistessero altre forme di vita intelligente in altre zone dell'universo, le loro teorie sarebbero analoghe alle nostre. Per tale motivo, la matematica è alla base non solo di qualsiasi altra disciplina scientifica (astronomia, biologia, chimica, fisica e così via), ma anche di ogni forma d'arte armoniosa (architettura, pittura,





scultura, musica, poesia...). Come mai, allora, una materia di tale levatura viene respinta da una larga maggioranza di persone che la considera ostica, arida e incapace di suscitare emozioni?

È indubbio che, per sua stessa natura, non si presti a essere appresa in maniera semplificata; per capirla realmente, per assimilarne appieno lo spirito, è necessario impegnare la mente. Inoltre, per poter iniziare a valutarne i pregi, bisogna possedere almeno le basi

nel processo di risoluzione di un problema, lo svolgimento dei calcoli costituisce solo il momento terminale (oggettivamente, monotono e ripetitivo); la fase più importante e assai più stimolante è, invece, quella relativa alla ricerca del procedimento da seguire. Per muoversi proficuamente in questa direzione, però, è importante riuscire a collegare correttamente i concetti matematici con gli aspetti reali che si vogliono analizzare. Ad esempio, anche se è vero che:

matematica, una tale semplice riflessione dovrebbe bastare da sola a liquidare la questione.

In matematica non esistono solo delle teorie che si rivelano insidiose, nelle applicazioni concrete. Ce ne sono anche molte altre che portano a risultati apparentemente assurdi, ma la cui attendibilità può essere dimostrata, in maniera inoppugnabile. La loro potenziale paradossalità deriva spesso dalla nostra incapacità di riuscire a valutare correttamente l'enti-

## LA MATEMATICA È SPESSO USATA "INCAUTAMENTE": NEL GIOCO D'AZZARDO, PER ESEMPIO, L'UNICA CERTEZZA CHE PUÒ OFFRIRE, QUELLA DI NON POTER PREVEDERE UNA VINCITA SICURA

più elementari del linguaggio con cui viene abitualmente esposta. Così come accade, del resto, in ogni altro campo del pensiero umano. Se un occidentale ascoltasse una splendida poesia in cinese, non sarebbe in grado di apprezzarla, non per insensibilità al fascino della poesia, ma per ignoranza della lingua...

Tutto ciò non implica però che a capire la matematica possa essere solo chi è dotato di una particolare predisposizione (più o meno genetica): le competenze che si riescono ad acquisire in questa disciplina, infatti, sono principalmente frutto di applicazione e di esercizio.

La maggiore responsabilità della scarsa popolarità è imputabile al modo con cui tradizionalmente viene insegnata, che fa ricorso a una fredda astrazione fin dal primo momento in cui introduce la rappresentazione dei numeri e che si basa molto più sull'apprendimento mnemonico delle regole, che sull'incentivo al ragionamento. La matematica è ritenuta una materia noiosa solo da chi la considera unicamente come la scienza che insegna a fare i conti. In realtà,

$1/2 + 1/2 = 1$ , non è ragionevole supporre che una scodella spezzata in due parti uguali equivalga a una scodella intera (soprattutto se si ha intenzione di versarvi della pasta in brodo...).

I risultati erronei, derivabili da un'incauta applicazione delle teorie matematiche, costituiscono una genuina fonte di ilarità, ma possono anche avere delle implicazioni drammatiche. In particolare, a causa del massiccio proliferare di nuove forme legali di gioco d'azzardo, a cui si sta assistendo da diversi anni in Italia, le cronache registrano sempre con maggiore frequenza casi di persone che finiscono per rovinarsi completamente, applicando dei sistemi per vincere, ritenuti garantiti. In realtà, l'unica cosa che la matematica può fare, nei confronti delle aspettative di una vincita sicura, è dimostrare quanto siano illusorie le aspettative di una vincita sicura! D'altra parte, se esistesse realmente un sistema simile, tutti i biscazzieri del mondo (e non solo il nostro Ministero delle Finanze...) avrebbero dichiarato fallimento da tempo. Al di là di qualsiasi dimostrazione

dei valori generabili da alcune particolari funzioni matematiche. Ad esempio, nel 1929 lo scrittore ungherese Frigyes Karinthy - nel racconto intitolato *Catene* - ipotizzò che ogni abitante della Terra potesse essere connesso a un suo simile attraverso una brevissima catena di conoscenze personali, paradossalmente costituita da non più di sei livelli e, quindi, da non più di cinque intermediari. Se si indicano i due soggetti da collegare con X, Y e i cinque intermediari con A, B, C, D, E, una situazione del genere potrebbe essere schematizzata nel seguente modo:

X - A - B - C - D - E - Y

Accertare la plausibilità di una tale teoria (detta dei "sei gradi di separazione"), da qualche anno è diventato estremamente più semplice, grazie al diffondersi su Internet di social network come Facebook. L'enorme quantità di contatti che queste strutture telematiche riescono a gestire, al di là degli aspetti frivoli che abitualmente alimenta, si rivela di grande aiuto in situazioni più serie, come l'individuazione





di persone ricercate dalle autorità giudiziarie.

La grande fiducia nelle potenzialità della matematica ha spinto, nel corso dei secoli, diversi autorevoli pensatori a elaborare delle prove logiche dell'esistenza di Dio. Come tutte le altre scienze, però, non è in grado di formulare delle verità assolute in merito al mondo trascendente, anche se consente di elaborare delle ipotesi razionali anche in merito a situazioni che non trovano riscontro nell'esperienza concreta. Questa disciplina, infatti, non solo consente di interpretare la logica dei fenomeni reali, ma anche di costruire dei modelli, perfettamente coerenti, di strutture immaginarie. In particolare, è l'unica scienza che permette di maneggiare il concetto di infinito con estrema naturalezza (anche se non si sa ancora se l'universo è veramente infinito, oppure no). A tale riguardo, è importante

UNA DELLE POTENZIALITÀ È LA POSSIBILITÀ DI CREARE MODELLI COERENTI DI STRUTTURE IMMAGINARIE: NON PUÒ FORMULARE VERITÀ ASSOLUTE, MA PUÒ ELABORARE IPOTESI RAZIONALI

considerare che, non di rado, alcune ipotesi matematiche elaborate in maniera del tutto teorica, hanno trovato nel tempo delle inaspettate applicazioni concrete. Quindi, non è detto che, in un futuro più o meno remoto, la scienza non riesca a scoprire che, ad esempio, le dimensioni dell'universo non sono solo tre (o quattro, considerando il tempo), ma infinite. Cosa che, teoricamente è lecito supporre.

In merito a ciò, il poco noto matematico Erone Snipe, afferma: «Quando penso che l'umanità è convinta di vivere in un universo a quattro dimensioni, mentre secondo la matematica possono esistere spazi a infinite dimensioni, mi viene il sospetto che, forse, ci stiamo perdendo qualcosa...». ■

