

L'evento

Da oggi a domenica a Carrara torna il festival "Con-vivere" Le riflessioni dello studioso che sabato terrà una conferenza sul Sagrato della Chiesa del Suffragio

Ai limiti della matematica

Quei teoremi che demarcano la conoscenza

«DALLA PRIMA DI CRONACA
PIERGIORGIO ODIFREDDI

“
NEWTON

Di se stesso diceva: mi sento come un bambino che gioca sulla riva del mare



PITAGORA

In principio sosteneva che il numero è la misura di tutte le cose

”

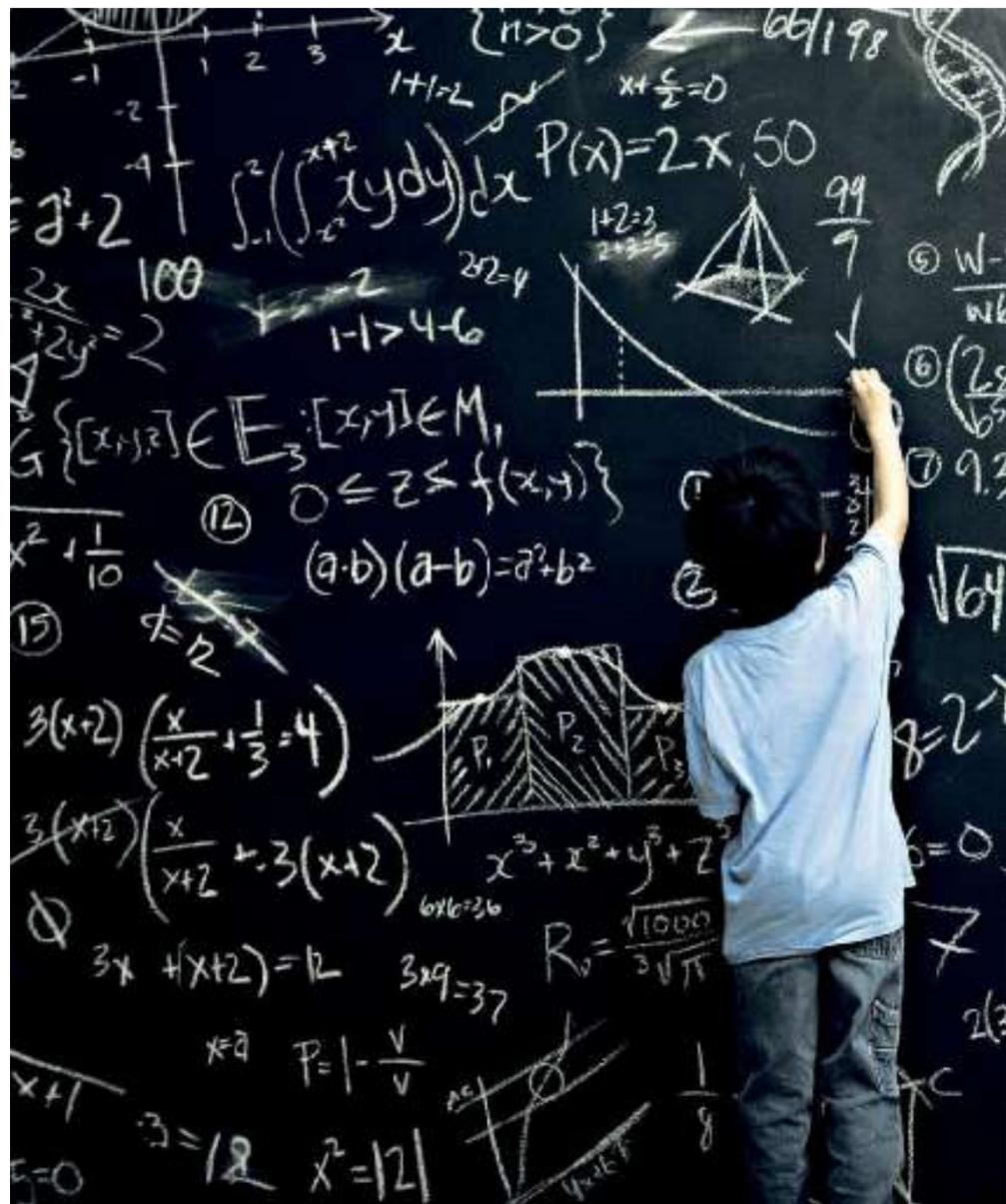
La cosa vale anche per la matematica, ma in una maniera del tutto speciale. Diversamente da molte altre discipline intellettuali, che sono costrette a limitarsi a una stoica accettazione della propria ignoranza, la matematica è infatti riuscita a tramutare le proprie limitazioni in un'altra forma di conoscenza matematica: quella dei cosiddetti «teoremi limitativi», che dimostrano in maniera matematica le limitazioni della matematica stessa, alla stessa stregua dei teoremi classici che ne mostrano invece le potenzialità.

Questa parte della matematica va sotto il nome di «metamatematica», e l'osservazione precedente sul vantaggio culturale dell'accrescimento della conoscenza rispetto all'accrescimento dell'ignoranza ne è un esempio banale. Un primo esempio non banale viene invece dall'*aritmetica*, che è una delle due branche originarie della matematica antica. Al detto umanistico di Protagora, che «l'uomo è la misura di tutti i valori», Pitagora aveva in principio affiancato il detto scientifico che «il numero è la misura di tutte le cose».

Ma il motto pitagorico, più che una semplice opinione filosofica, era una profonda estrapolazione scientifica di alcune precise osservazioni. Ad esempio, la scoperta che i rapporti matematici fra numeri interi quali 1, 2, 3 e 4 permettono di esprimere i rapporti armonici

fondamentali della musica: l'ottava (2/1), la quinta (3/2) e la quarta (4/3).

Purtroppo l'estrapolazione era eccessiva, e furono i Pitagorici stessi a scoprire che c'erano cose al mondo che non potevano essere misurate da rapporti di numeri interi. Ad esempio, la diagonale di un quadrato è incommensurabile con il lato, nel senso che qualunque unità di misura che stia un numero intero di volte nel lato di un quadrato non può stare un numero intero di volte nella diagonale, e viceversa: una specie di «principio di indeterminazione» fra il lato e la diagonale, che anticipava quello fra la posizione e la velocità reso popolare nel Novecento dalla meccanica quantistica,



e dimostrava matematicamente l'esistenza di una precisa limitazione dell'aritmetica.

Anche la *geometria*, cioè l'altra branca originaria della matematica antica, rivelò però in seguito le proprie limitazioni. Gli *Elementi* di Euclide, che costituiscono il monumento della matematica greca, si erano infatti concentrati sulle costruzioni privilegiate da Platone: quelle effettuabili con la riga e il compasso, e dunque riconducibili alle uniche figure perfette della geometria (le rette e i cerchi).

Ancor oggi si insegnano nelle scuole le costruzioni euclidee di vari poligoni. Alcune sono banali: ad esempio, quelle del triangolo equilatero, del quadrato e dell'esagono regolare. Altre ri-

chiedono invece un po' di ingegno: ad esempio, quella del pentagono regolare, che coinvolge la costruzione della cosiddetta «sezione aurea», o «divina proporzione». Ma nonostante i loro sforzi e la loro genialità, i Greci non riuscirono a trovare una costruzione esatta dell'ottagono regolare.

Il motivo fu scoperto soltanto nel 1837 da Pierre Wantzel, che dimostrò un teorema di limitazione della geometria stessa: l'ottagono regolare, così come l'ennagono regolare e molti altri poligoni, non è costruibile usando soltanto la riga e il compasso. E questi strumenti sono insufficienti per risolvere anche altri problemi che i Greci avevano posto, senza riuscire appun-

ta a risolverli: in particolare, la trisezione di un angolo qualunque in tre parti uguali, e la quadratura del cerchio.

Anche la geometria, che era servita a mostrare le limitazioni dell'aritmetica, aveva dunque rivelato a sua volta le proprie limitazioni. Paradossalmente, lo stesso successe anche all'*algebra*, una delle due grandi branche della matematica moderna, che era stata usata da Wantzel nella sua dimostrazione. Questa volta il problema in questione era risolvere le equazioni a coefficienti interi con formule analoghe a quella per risolvere l'equazione di secondo grado, scoperta dai Babilonesi e insegnata (e a volte anche imparata) ancor oggi a scuola.

IL PROGRAMMA RELIGIONI, GUERRE, MOBILITÀ SOCIALE E CLIMA SARANNO ALCUNI DEGLI ARGOMENTI TRATTATI

Incontri e spettacoli per abbattere le "frontiere"

GAIA RAU

È dedicata alle «frontiere» l'edizione 2016 di *Con-vivere*, festival ideato dalla Fondazione Cassa di risparmio di Carrara con la direzione di Remo Bodei che per l'undicesimo anno consecutivo, da oggi a domenica, torna nella città apuana per riflettere sulla contemporaneità attraverso un ricco cartellone di incontri, dibattiti e spettacoli. Protagonista della conferenza inaugurale Andrea Riccardi, ministro per la cooperazione internazionale dal 2011 al 2013 e nel 2003 inserito dal Times fra i 36 «eroi moderni» d'Europa che nel suo intervento, oggi alle 17.30 sul Sagrato della Chiesa del Suffragio, parlerà di «Convivere: religioni,

conflitti e pace». L'attualità di guerre e migrazioni sarà anche al centro degli incontri con Domenico Quirico, inviato per La Stampa (domenica, ore 19), di Manlio Graziano, docente alla Sorbona e penna di Limes (sabato, 18) e di Rokia Traoré, cantante originaria del Mali e ambasciatrice Unhcr (venerdì, 22.30). La sociologa Chiara Saraceno discuterà di «Diseguaglianze e mobilità sociale» (oggi, 18.45) mentre Giancarlo Bosetti, direttore di Resetdoc ed editorialista di Repubblica, racconterà «Kennedy e la nuova frontiera che ha cambiato l'America» (domenica, 18). Ancora, la scienza con Lamberto Maffei, professore emerito alla Normale di Pisa, su «Cervello e mondo a confronto» (sabato, 17) e Pier-

giorgio Odifreddi, che sabato alle 19 parlerà di «Matematica senza frontiere»; la filosofia con Michela Marzano (domenica, 17) e Remo Bodei (domani, 17), il clima con Luca Mercalli (domani, 19) e il mondo delle biblioteche con Attilio Brilli (oggi, 21.30). Largo poi al cinema — nel cartellone curato da Tilde Corsi anche l'Orso d'oro «Fuocoammare» di Gianfranco Rosi, sabato alle 20.30 — e la musica con l'Oscar Nicola Piovani che proporrà i suoi «Viaggi di Ulisse», unico spettacolo a pagamento del festival (15 euro), domenica alle 21.30. E infine mostre, postazioni social e un mercato in piazza Alberica (programma su www.con-vivere.it).

© RIPRODUZIONE RISERVATA