

FATTI
& PERSONE

Capuçon e Corti al Teatro Verdi di Pordenone

Un solenne inno alla bellezza degli scenari alpini, teatri di pietra tra terra e cielo, dove le suggestioni della montagna sono affidate al corno, strumento evocativo dalle molte qualità timbriche e

sonore, segna l'evento-concerto in esclusiva nazionale oggi al Teatro Verdi di Pordenone (ore 20.30) "Il corno delle Alpi", un omaggio d'eccezione agli scenari d'alta quota con l'esibizione di musi-



cisti del calibro della star mondiale del violino Renaud Capuçon (foto) e di Guido Corti, tra i tre migliori cornisti del pianeta. Con Guillaume Bellon al pianoforte e il soprano Clara La Licata, eseguiranno un programma che spazia da Richard Strauss (Alphorn per voce corno

e pianoforte) a Hector Berlioz (Le jeune père breton per voce corno e piano), da Igor Stravinsky a Johannes Brahms (Sonata n.2 in la magg. op. 100 e Trio op. 40 per violino corno e pianoforte). Info e biglietti su teatroverdi.pordenone.it e in teatro (0434 247624).

LA SCOPERTA

Svelato alla Sissa grazie alla fisica l'antico enigma dei numeri primi

Giuseppe Mussardo e André Leclair hanno chiarito la congettura di Riemann. Da 150 anni nessuno ci riusciva

Fabio Pagan

E se fosse la fisica a gettare una luce inedita su quella celebre "congettura di Riemann" che rappresenta uno dei grandi misteri della matematica, irrisolto da oltre 150 anni? Solitamente è la matematica a spiegare quantitativamente i fenomeni della fisica. Qui avverrebbe l'inverso: sarebbe la fisica statistica a offrire una chiave elegante e inattesa per capire uno dei più grandi enigmi della matematica.

Un approccio inatteso che appare in uno studio appena pubblicato sul "Journal of Statistical Mechanics" a firma di Giuseppe Mussardo, fisico teorico della Sissa di Trieste, e André Leclair della Cornell University di Ithaca, New York. Il titolo: "Randomness of Möbius coefficients and Brownian motion: growth of the Mertens function and the Riemann hypothesis".

Nato ad Hannover nel 1826 e morto ad appena quarant'anni, il matematico tedesco Bernhard Riemann fu autore di pochi ma fondamentali lavori che hanno aperto nuovi campi di studio nella matematica moderna che riguardano l'analisi, la teoria dei numeri, la geometria differenziale.

La congettura (o ipotesi) che da lui ha preso il nome venne formulata nel 1859 in occasione della sua nomina a membro corrispondente dell'Accademia prussiana delle scienze. Impossibile spiegare qui la natura della congettura di Riemann. Basti dire che ha un collegamento molto stretto con la distribuzione dei numeri primi. Ovvero di quei numeri che possono essere divisi solo per 1 e per se stessi: 1, 2, 3, 5, 7, 11, 13, 17... e così via, all'infinito.

La distribuzione dei numeri primi all'interno della sequenza dei numeri naturali

è un problema affascinante affrontato fin dal tempo dei matematici greci e che ha anche ripercussioni pratiche nella crittografia: alcuni algoritmi per tutelare la sicurezza dei nostri dati personali si basano infatti sulla difficoltà di trovare i due fattori primi di un numero spropositatamente grande.

Mussardo vuole essere ben chiaro su un punto fondamentale: "Non abbiamo risolto la congettura di Riemann, ma ne abbiamo accertato la validità con una probabilità elevatissima. Abbiamo utilizzato la fisica dei moti caotici e le leggi di probabilità che li regolano per fornire la soluzione di un enigma che da un secolo e mezzo sfida e appassiona i più grandi matematici. Ci siamo arrivati - precisa ancora Mussardo - attraverso un tour de force nell'analisi dati di un insieme incredibilmente grande di numeri primi, i costituenti-base dell'aritmetica, veri e



Il matematico Bernhard Riemann (1826-1866) in un'elaborazione grafica della Sissa

propri 'atomi' della matematica".

Scrivono gli autori all'inizio del loro paper: "Non dichiariamo di avere una prova rigorosa dei risultati qui presentati, ma ci piace pensare che il nostro lavoro sia stato guidato dal famoso e bellissimo commento di Richard Feynman: 'È noto molto più di quanto non sia stato dimostrato'. Inoltre, se questo lavoro avrà l'effetto di stimolare ulteriori studi rigoro-

si da parte di veri matematici sull'argomento, avrà già raggiunto lo scopo di attirare l'attenzione su un possibile modo per affrontare un problema di vecchia data come come l'ipotesi di Riemann".

Secondo Mussardo e Leclair, dietro le funzioni di Riemann si nasconde sorprendentemente il moto browniano, quel fenomeno-chiave della fisica statistica compreso per la prima volta da Albert Einstein nel

1905. È il moto caotico e disordinato degli atomi di un gas a causa della frequenza elevatissima dei loro urti. "La nostra ipotesi sulla natura browniana della congettura di Riemann - dicono i due autori - è supportata da una nostra serie di risultati di natura probabilistica in teoria dei numeri, accompagnata da una possente analisi statistica estremamente precisa lungo l'infinita presenza dei numeri primi".

L'INTERVISTA

Lo scienziato: «Premio da un milione di dollari? Non ci penso»

Lo studioso dal multiforme ingegno: «Abbiamo messo in evidenza l'unità del sapere scientifico ma non sono un matematico»

TRIESTE

Giuseppe Mussardo, fisico teorico della Sissa, è uno scienziato dal multiforme ingegno, appassionato di storia della scienza, di letteratura, di cinema. Pugliese di Lecce, laureato a Pisa, dottorato alla Sissa, dove è professore ordinario e ha fondato il gruppo di fisica statistica.

Accanto a un'intensa attività scientifica e didattica, negli ultimi quindici anni Mussardo ha realizzato cinque film-documentari su altrettante grandi figure della fisica e della matematica: Ludwig Boltzmann e Subrahmanyan Chandrase-



Giuseppe Mussardo, fisico teorico della Sissa

khhar (per la regia di Enrico Agapito) e Abdus Salam, Bruno Pontecorvo e Évariste Galois (regista Diego Cenetiempo). Nel 2019 ha pubblicato con la casa editrice triestina Scienza Express "L'infinita scienza di Leopardi" (scritto assieme a Gaspare Polizzi); l'anno scorso, per le Edizioni Dedalo, "L'alfabeto della scienza", ventisei storie biografiche di scienziati e scienziate; e quest'anno, sempre per i tipi di Dedalo, "Tra Cielo e Terra. In viaggio con Dante Alighieri e Marco Polo" (scritto a quattro mani ancora con Polizzi).

Allora, professor Mussardo: in questo vostro lavoro sulla congettura di Riemann sembra quasi che vi sia stata un'inversione di ruoli tra fisica e matematica.

«Be', in un certo senso è proprio così. In genere tra fisica e matematica la differenza è net-

ta: la fisica è interessata alle teorie, la matematica è interessata ai teoremi. Questa volta, invece, abbiamo impiegato i concetti di probabilità della fisica per mostrare che la congettura di Riemann è corretta. Ma la dimostrazione rigorosa della congettura resta ovviamente compito dei matematici».

Lei e il suo collega Leclair usate il termine "svelata"...

«Infatti. Nel senso che abbiamo potuto chiarire che la congettura è vera con una precisione del 99,9 per cento di probabilità. Che è un valore di confidenza - per dire - paragonabile a quello che nel 2012 ha consentito ai fisici del Cern di affermare di aver scoperto il bosone di Higgs. Insomma: abbiamo affrontato un problema matematico usando gli strumenti della fisica e mettendo così in evidenza l'unità del sapere scientifico».

Voi parlate di una ricerca con tre anni di analisi dei dati...

«Sì, è stato un autentico tour de force, specie nella parte finale del lavoro. Il mio Mac di alta precisione ha masticato milioni di dati».

Nel 2000 il Clay Mathematics Institute di Cambridge, Massachusetts, aveva inserito la congettura di Riemann tra i sette cosiddetti "Millennium Problems" mettendo in palio un premio da un milione di dollari per chi risolverà ciascuno di questi problemi matematici epocali. Per non parlare della prestigiosissima Medaglia Fields... Lei non ci ha fatto un pensiero?

«Per carità, non ci penso nemmeno! Io sono un fisico, ma sono contento di aver capito un problema di matematica. Tutto qui».