

**L'incontro** Alain Connes, francese, 71 anni, ha vinto la Medaglia Fields nel 1982. Lo incontriamo durante un soggiorno a Como. Qui racconta il rapporto tra matematica e spartiti. E svela una singolare formula

# Ascolta, è la musica dei numeri primi

«**L'**originalità negli studi matematici, e scientifici in generale, è in forte pericolo perché siamo arrivati a monetizzare tutto e a valutare ogni cosa esclusivamente in base a criteri finanziari. Il denaro orienta sempre più le scelte. Con conseguenze catastrofiche sul piano della ricerca pura. Lo studioso originale non viene assolutamente considerato. Anzi, chi rifiuta di percorrere i sentieri tracciati dai gruppi che orientano e finanziano i progetti, finisce per ritrovarsi isolato»: Alain Connes — medaglia Fields nel 1982, premio Nobel dei matematici — esprime con forza la sua preoccupazione. Professore emerito al Collège de France, membro dell'Accademia delle Scienze e insignito di prestigiosi riconoscimenti (Ampère 1980, Crafoord 2001, Medaglia d'oro del Cnrs 2004), il professore francese è passato da Como per un congresso internazionale, organizzato da Olivia Caramello, sul tema dei «topoi» in matematica. «La Lettura» lo incontra assieme al suo collega Ugo Moschella (professore di Fisica all'Università dell'Insubria) con cui lavora da anni all'Institut des Hautes Études Scientifiques e che ha tradotto, per l'editore **Carocci**, l'intrigo scientifico, scritto da Connes e da altri due scienziati, intitolato *La punta dell'ago. Un giallo quantistico* (con una postfazione di Carlo Rovelli).

Basta ripercorrere la biografia di Connes per capire come la musica, l'arte, la letteratura occupino un posto di grande rilievo nella sua formazione: «Un pianoforte, un libro, un quadro sono imprescindibili. Ho iniziato a suonare a quattro anni, poi a otto ho sospeso, per riprendere a vent'anni dopo una delusione d'amore: ma ormai era troppo tardi per diventare un pianista. Uso la musica anche in modo "terapeutico", improvvisando al piano: un mezzo espressivo per curare i miei tormenti interiori». Un'antica passione capace di condizionare anche il suo lavoro scientifico. Non a caso, tra i temi originali che riguardano la sua ricerca, figura il rapporto tra matematica e musica, su cui Connes ha tenuto una conferenza proprio a Como. «Alcuni musicisti, penso a Béla Bartók e ad altri — spiega — hanno fondato la loro ispirazione sulla musica popolare e etnica.

Io, invece, mi sono ispirato "ascoltando" la matematica. Ma dove c'è musica nella matematica? Ho capito nella mia tesi di dottorato che il tempo in matematica compare a partire dalla non commutatività, quella regola per cui il prodotto  $A \times B$  di due "matrici" è diverso dal prodotto  $B \times A$  (il prodotto ordinario di numeri è invece commutativo:  $2 \times 3 = 6$  è uguale a  $3 \times 2 = 6$ ). Nella funzione zeta di Riemann (che pone uno dei più profondi problemi insoluti della matematica) il tempo gioca un ruolo particolare: gli zeri della funzione di Riemann, cioè i punti in cui tale funzione si annulla, sono "tempi", non sono "energie", non sono "frequenze"».

Se si prende sul serio questa idea, continua Connes, «in casi più semplici (il caso della funzione zeta è complicatissimo e irrisolto) i tempi in questione si ripetono in maniera periodica e dunque c'è qui qualcuno che suona una musica, ma con un ritmo che si itera sempre uguale. Se ascolti attentamente un uccello vedrai che ripete sempre la stessa frase musicale. Ci sono dunque in matematica degli uccellini che possiamo associare ai numeri primi, o a quella costruzione matematica di Grothendieck che guarda caso si chiama "motivo". Questi uccellini ripetono sempre la stessa frase musicale, ma nel senso del ritmo, si tratta cioè unicamente dei tempi di attacco, sempre la stessa nota ma con un ritmo proprio e specifico».

Ma l'intuizione risolutiva arriva a Shanghai, quando per la prima volta Connes associa una melodia a un numero primo: «Ci ho messo parecchio tempo, ma mi pare di aver trovato una ricetta matematica naturale per associare a ogni numero primo un piccolo canto, il cui ritmo "etnico" è determinato come ho detto prima. Ogni "motivo" è un interprete particolare: il ritmo che impone alla melodia sarà particolare e unico. Questa musica va però eseguita con il computer, perché gli intervalli temporali sono numeri irrazionali: per esempio  $5/7$  è un numero razionale, mentre "Pi greco" o radice di due sono irrazionali».

Un esempio concreto? «C'è un contatto — risponde Connes — tra questa costruzione e la musica di Olivier Messiaen. Messiaen nella sua ricerca ritmica non aveva capito soltanto la palindromia musicale e i "ritmi non retrogradabili"

ma aveva capito anche che bisognava utilizzare tempi di attacco irrazionali. Ed è proprio quello che succede a partire dai "motivi". Tutti i tempi di attacco sono irrazionali. Non puoi scriverli come minime, semiminime o crome, perché queste suddividono la battuta in intervalli razionali. Solo il computer può eseguire il ritmo con esattezza. Ma manca a questa musica ancora una dimensione esotica. Ho avuto la fortuna di trovare un compositore che, forse, riuscirà a infonderle questo necessario soffio vitale».

Qual è il segno manifesto che rivela un buon matematico? «Quando si arriva — afferma sorridendo Connes — a contestare il proprio professore. Ero in terza liceo e il mio docente di matematica aveva affermato che non esisteva alcuna formula che rivelasse quanti sono i numeri primi minori di un dato numero N. Gli dissi subito che quella formula esisteva. L'avevo nella mia testa. E l'ho trovata: è bella, ma non serve a nulla. È ancora inedita e la regalo volentieri a "la Lettura". Per un matematico è fondamentale la sua certezza interiore. Non è lo stesso per le altre scienze dure: qui sono necessarie moltissime conoscenze prima di essere sicuri di qualcosa. Non in matematica». E questo si lega al leggendario topos del matematico "autoreferenziale" e "isolato"? «Effettivamente c'è un lato un po' "autistico" nel comportamento di un matematico: concentrarsi sul suo cervello, sulla sua riflessione, lo obbliga a non essere facilmente disponibile, empatico. Si è completamente immersi nella propria preoccupazione intellettuale. Del resto, si può essere generosi solo quando si è in pace con sé stessi. E un matematico è raramente in pace con sé stesso proprio perché è sempre tormentato. L'eroe dell'ultimo romanzo che ho scritto, *Lo spettro di Atacama*, è costantemente tormentato. E quando si è tormentati, i rapporti umani sono più difficili».

In realtà Alain Connes sembra smentire il topos dell'autoreferenzialità. Anzi, in maniera cordiale e appassionata, continua a discutere dei suoi studi e dei rapporti che la matematica intrattiene con la letteratura e con l'arte.

Prima di congedarsi, mentre l'autista sistema il bagaglio, il matematico ripete compiaciuto: «Solo la ricerca libera da ogni costrizione economica, può rendere felici gli studiosi e più solidale l'umanità».

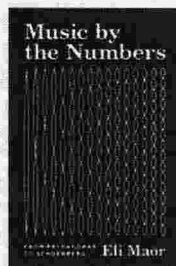
di NUCCIO ORDINE

i

## Visioni Lo storico Eli Maor Ma tra note e cifre c'è asimmetria

di MARCO DEL CORONA

Un po' come con le coppie. Musica e matematica stanno insieme, sì. Ma come? Igor Stravinsky era sicuro: la «forma musicale» è vicina «forse non alla matematica in sé ma certo a qualcosa come il pensiero matematico». Lo studioso Eli Maor ha qualche dubbio: il fatto che per esempio entrambe dipendano da un efficiente sistema di notazione proverebbe un qualche



equilibrio, tuttavia «le relazioni tra le due discipline non sono mai state veramente simmetriche», annota nel recente *Music by Numbers. From Pythagoras to Schoenberg* (Princeton University Press,

pp. 155, \$ 24,95 e £ 20). Per Maor, storico della matematica, l'influenza di questa «sulla musica come arte, è stata, con poche significative eccezioni, piuttosto limitata». Sentieri separati. E con l'elaborazione di teorie sull'universo sempre più distanti da quelle dei pitagorici, separati i due sentieri lo saranno sempre di più.

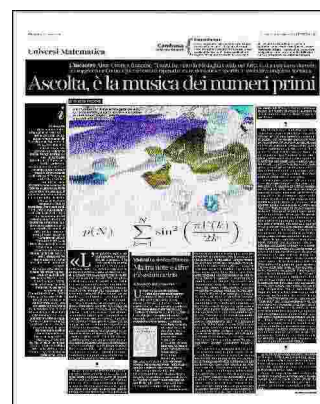
© RIPRODUZIONE RISERVATA

### La biografia

Alain Connes è nato a Draguignan, in Francia, il 1° aprile 1947; nel 1973 si laurea in matematica alla École Normale Supérieure di Parigi. Attualmente è docente di analisi e geometria al Collège de France (Parigi) e all'Institut des Hautes Études Scientifiques di Bures-sur-Yvette e professore straordinario alla Ohio State University (Usa). Connes è membro dell'Accademia delle scienze di Francia, ma anche di altre società scientifiche, come l'Accademia reale danese di Scienze e Letteratura. Nella sua carriera si è occupato di geometria non commutativa e di particolari tipi di algebre dette «algebre di von Neumann» (di cui è specialista). Per questi studi, nel 1982, è stato insignito della Medaglia Fields, il più alto riconoscimento del settore (conosciuto come il «Nobel della matematica»), che viene assegnato ogni 4 anni a studiosi con meno di 40 anni. Tra i numerosi premi, ha ricevuto anche l'Ampère nel 1980, il Crafoord nel 2001 e la Medaglia d'oro del Cnrs nel 2004. Connes è anche appassionato di musica (suona il piano dall'età di 4 anni): al rapporto fra matematica e musica ha dedicato alcune conferenze

### Le opere

Tra i suoi saggi, *Pensiero e materia* (Bollati Boringhieri, traduzione di Claudio Milanesi, scritto con Jean-Pierre Changeux, 1991), sulle basi biologiche della matematica; *Géométrie non commutative* (Dunod/InterEditions, 1990) e *Triangolo di pensieri* (Bollati Boringhieri, traduzione di Aldo Serafini, 2001), una conversazione con André Lichnerowicz e Marcel-Paul Schützenberger sulla natura della matematica e le sue applicazioni. Oltre ai saggi, Connes è autore di romanzi, scritti tutti con gli scienziati Danyè Chéreau e Jacques Dixmier, come quello a sfondo matematico *Le Théâtre quantique* (Odile Jacob, 2013); *La punta dell'ago. Un giallo quantistico* (Carocci, traduzione di Ugo Moschella, 2015), e il più recente *Le Spectre d'Atacama* (Odile Jacob, 2018)





Alain Connes con la sua amata gatta Bibililux.  
Qui sotto la formula elaborata da Alain Connes  
per individuare i numeri primi  
minori di un dato numero N

