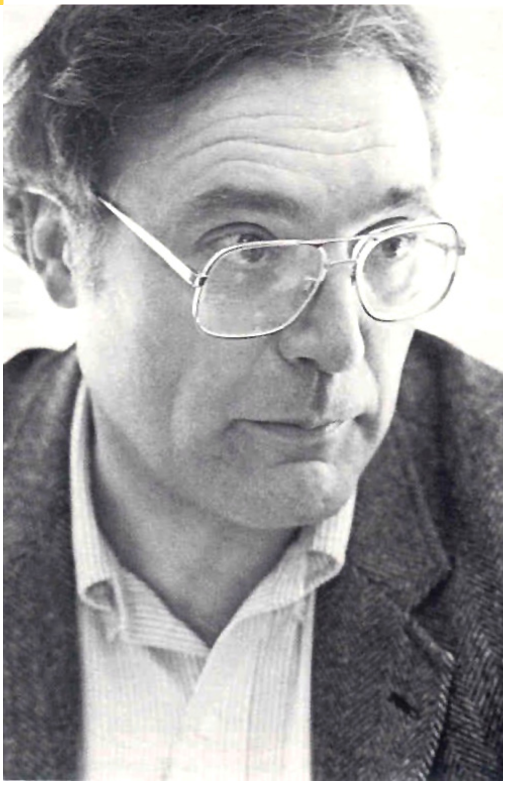
Il teorico è un rivoluzionario, Gian-Carlo Rota era un teorico

di **Domenico Senato**



Gian-Carlo Rota nel 1985.

Il primo insegnamento che ho ricevuto da Gian-Carlo Rota è sintetizzato con grand'efficacia dai tre versi di Antonio Machado, riportati nella prefazione dell'antologia *Pensieri Discreti* come sintesi di una mirabile lezione di Ortega y Gasset,

> *Se miente más de la cuenta*
> *por falta de fantasia:*
> *también la verdad se inventa.*

Si mente per mancanza di fantasia e non ci si rende conto che anche la verità s'inventa. Questo pensiero ha permeato il percorso intellettuale e scientifico di Gian-Carlo Rota che con il suo modo anticonformista di esplorare ed insegnare la Matematica e la Filosofia, ha rimesso in discussione gli orientamenti correnti con coraggio ed energia, svelando nuovi affascinanti scenari e toccando profondi livelli di conoscenza.

Rota nasce a Vigevano il 27 aprile del 1932 in una famiglia di grandi tradizioni culturali. Il padre, ingegnere ed architetto, dispone di una vastissima collezione di volumi che comprende, oltre ai testi di Architettura ed Ingegneria (attualmente depositati presso la Biblioteca Storica dell'Ufficio tecnico di Vigevano), anche volumi dedicati alla Matematica, all'Arte, alla Letteratura e alla Filosofia. Nella fornita biblioteca paterna Gian-Carlo – ancora adolescente – appaga la sua vorace curiosità che lo porta prestissimo ad interessarsi di Matematica e Filosofia, ma anche ad attrezzarsi inconsapevolmente all'uso futuro della tastiera del computer, su un manualetto di dattilografia rinvenuto tra gli altri libri. Ricordo ancora la forte impressione che ebbi la prima volta che lo vidi lavorare nella sua casa di Boston: fissava con lo sguardo il monitor, mentre scriveva un documento in TEX digitando, con tutte e dieci le dita, ad una velocità sorprendente.

Oltre alla figura paterna, sul giovane Gian-Carlo ebbero una notevole influenza anche la zia Rosetta Rota, matematica formatasi a Roma con Vito Volterra, in seguito collaboratrice del gruppo dei fisici di via Panisperna e moglie di Ennio Flaiano. Il noto scrittore e sceneggiatore esercitò un grande fascino su Rota. Ricordo – durante il suo soggiorno romano nell'estate del 1990 – lunghe passeggiate serali che si concludevano a tarda ora, all'ingresso del suo, dopo aver attraversato le strade del centro e visitato un "catalogo flaianeo" di luoghi memorabili. Gian-Carlo era così partecipe dell'arguta essenza dei condensati narrativi di Flaiano, da essere indotto a tradurli in inglese, lingua nella quale Rota si sentiva più a suo agio.

Herbert S. Wilf, *Steele Prize of the*

Biografia

Gian-Carlo Rota, matematico e filosofo, nasce a Vigevano (Pavia) il 27 aprile 1932.
1953: *Bachelor* a Princeton (*senior advisor*: William Feller)
1956: Ph.D. a Yale (*dissertation advisor*: Jacob T. Schwartz)
1956-57: *Postdoctoral Reseach Fellow* al *Courant Institute of Matematical Sciences* (New York University)
1957-59: *Benjamim Peirce Instructor in Mathematics* (Harvard University)
1959-62: *Assistent Professor of Mathematics* (M.I.T.)
1962-65: *Associate Professor of Mathematics* (M. I.T.)
1965-67: *Professor of Mathematics* (Rockefeller University)
1967-72: *Professor of Mathematics* (M.I.T.)
1972-75: *Professor of Applied Mathematics and Natural Philosophy* (M.I.T)
1975-99: *Professor of Applied Mathematics and Philosophy* (M.I.T.)
Gian-Carlo Rota muore a Cambridge nella notte tra il 17 e il 18 Aprile 1999.

American Mathematical Society nel 1988, ha scritto: "*Gian-Carlo Rota's ability to express himself in English, as opposed to his native Italian, was matchless. Listening to him we heard the Italian origins in his intonations and pronunciation, but he was rapier sharp in his use of English, and was never at a loss for exactly the right word. His sentences, both written and spoken, prepared and impromptu, were perfectly formed and featured a rainfall of extremely precise adjectives, colloquialisms, and so forth.î* Purtroppo Flaiano, tradotto da Rota, non è stato mai pubblicato.

GIAN-CARLO ROTA INIZIA i suoi studi nella città natale dove, tra il 1939 e il 1945, frequenta irregolarmente la scuola media a causa della guerra e delle vicissitudini familiari, dalle quali la sorella Ester trarrà l'ispirazione per il racconto *Orage sur le lac*, pubblicato in Francia nel 1995. Nel 1947, all'età di quindici anni, Gian-Carlo segue la famiglia in Ecuador dove il padre si trasferisce per proseguire la propria attività professionale. A Quito frequenta l'*American School*, a diciotto anni si sposta negli Stati Uniti e s'iscrive all'Università di Princeton che, in quegli anni, raccoglie alcune tra le menti matematiche più brillanti del mondo come Hermann Weyl, Kurt Gödel, Emil Artin, Solomon Lefschetz, Alonzo Church. Il *senior advisor* della sua tesi di Master è William Feller, del quale Rota fa un vivace ritratto nel saggio *Fine Hall nell'età dell'oro,* tradotto dall'inglese e pubblicato nel 1993 in Italia nell'antologia *Pensieri Discreti.* Di Feller scrive tra l'altro: "*nel corso delle sue lezioni si aveva l'impressione di essere resi partecipi di qualche straordinario segreto, che spesso, all'uscita dall'aula alla fine dell'ora, svaniva come per magiaî*. È curioso registrare come una sensazione del tutto simile fosse frequente anche al termine delle lezioni di Rota.

A PRINCETON, GIAN-CARLO segue i corsi di Filosofia tenuti da Artur Szathmary e John Rawls che lo avvieranno allo studio della fenomenologia. L'attività di filosofo assorbirà buona parte delle sue energie e dal 1972 ricoprirà al *Massachusetts Institute of Technology* (M.I.T.) anche la cattedra di filosofia. Per quest'aspetto della sua attività intellettuale, segnaliamo la lettura del documentatissimo volume *La stella e l'intero* di Fabrizio Palombi, allievo e collaboratore di numerosi scritti filosofici di Rota. Qui vorremmo limitarci ad accennare solo a due temi: la polemica con i filosofi analitici e la valorizzazione del concetto husserliano di *fundierung,* una delle pietre angolari del suo pensiero filosofico.

La prima critica che Rota muove ai filosofi analitici è la perdita d'autonomia speculativa. La ricerca di oggettività e rigore ha indotto molti filosofi ad usare, nelle loro indagini, metodi assiomatici analoghi a quello della Matematica, dimenticando che i risultati della Matematica sono, sì, verificati ed esposti attraverso un metodo assiomatico ma questo non è lo strumento che permette di conseguirli. Confondere la Matematica con l'assiomatica – sostiene Rota – è come confondere la musica di Vivaldi con le tecniche di contrappunto dell'età barocca. Il pensiero filosofico tradizionale è ben distinto da quello matematico. L'unico campo in cui il programma di matematizzazione ha avuto successo è quello della Logica, e tuttavia, per questa ragione, oggi la Logica è un ramo della Matematica al pari della Probabilità o dell'Algebra. Secondo Rota, molti filosofi del Novecento hanno subito la dittatura dell'inoppugnabile, si sono rifugiati in una pedissequa imitazione della Matematica, considerando un fallimento della Filosofia del passato l'incapacità di dare risposte definitive. Alla base di un tale atteggiamento, c'è l'ingannevole pregiudizio secondo cui i concetti – per aver senso – devono essere definiti con precisione. Perfino Wittgenstein ne rimase prigioniero, emendando in seguito le sue posizioni giovanili. Rota naturalmente non è contrario al rigore, ma si oppone all'idea che quello proposto dalla Matematica sia l'unica forma possibile di rigore e che la Filosofia non possa far altro che imitarlo. Anche gli affascinanti progressi della Matematica celano quei procedimenti analogici che danno origine al pensiero e Rota auspica che concetti oggi considerati vaghi – quali motivazione e scopo – possano presto

Articoli

Ecco i dieci articoli pubblicati da Rota con il titolo *On the foundations of combinatorial theory* (con sottotitoli, collaboratori e anno di pubblicazione):

Theory of Mœbius function (1964)
Combinatorial Geometry (1970) con H. Crapo.
Theory of binomial enumeration (1970) con R. Mullin.
Finite vector spaces and eulerian generating functions (1970) con J. Goldman.
Eulerian differential operators (1971) con G. Andrews.
The idea of generating funcion (1972) con P. Doubilet e R. Stanley.
Symmetric functions through the theory of distribution and occupancy (1972) con P. Doubilet.
Finite operator calculus (1973) con D. Kahaner e A Odlyzko.
Combinatorial methods in invariant theory (1974) con P.Doubilet e Joel Stein.
A categorical setting for symmetric functions (1992) con F. Bonetti, D. Senato e A Venezia.

Cariche editoriali

Gian-Carlo Rota è stato:
Founding Editor delle riviste:
1966 *Journal of Combinatorial Theory*
1967 *Advances in Mathematics*
1979 *Advances in Applied Mathematics*
Funding Editor delle collane:
1970-74 *Mathematicians of our time* (MIT Press)
1975 *Contemporary Mathematicians* (Birkhäuser)
1978 *Encyclopedia of mathematics* (Cambridge University Press)
Membro dell'Editorial Board del *Journal of Mathematical Analysis and its Applications*
Indiana Journal of Mathematics
American Mathematical Monthly
Bulletin of the American Mathematical Society
Discrete Mathematics
Mathematical and Computer Modelling
Studies in Applied Mathematics
Proceedings of the Royal Society of Edinburgh, Series A
SIAM Journal of Applied Mathematics
European Journal of Combinatorics
The Mathematical Scientist
Dædalus (Proceedings of the American Academy of Arts and and Sciences)

essere formalizzati e accettati com'elementi costitutivi di una nuova logica, nella quale essi troveranno uno status accanto alle nozioni di teorema o assioma, formalizzate da tempo.
Nel concetto di *fundierung*, Rota individua una delle idee in grado d'accrescere la Logica formale, con la stessa dignità dei connettivi classici, e forse in grado di alterare e arricchire la struttura della Logica più di quanto lo stesso Husserl sperasse. Rota – coerentemente – non dà una definizione di *fundierung*, perché in Filosofia non esistono canoni di definizione, ma ne chiarisce il significato procedendo per variazioni eidetiche. Si esamini, ad esempio, il processo di lettura di un testo. La lettura può ricondursi ad un procedimento fisico, se ci si limita ad osservazioni meramente fattuali. Tuttavia, ciò che importa nella lettura non è il testo in sé bensì il suo significato e allora occorre distinguere tra *testo* e *significato del testo*. Ciò è confermato dalla semplice osservazione che lo stesso significato può essere appreso dalla lettura di un testo differente. Ebbene, la relazione che intercorre tra un testo ed il suo significato è detta *fundierung*. Essa – sostiene Rota – è una relazione costituita da due termini: *funzione* e *fattività*. Il significato del testo è una funzione correlata al testo da una relazione di *fundierung*, mentre la fatticità è il testo in sé. Anche la relazione tra il vedere (riconoscere) e il guardare è una relazione di *fundierung* e, in quanto tale, non riconducibile a questioni di natura fisiologica. Secondo Rota, quelle scienze che, come l'Intelligenza artificiale, ignorano difficoltà del genere, sono destinate al fallimento. La distinzione tra funzione e fattività – evidente negli esempi – diventa più difficile da delineare nello studio di fenomeni mentali e psicologici. Qui Rota suggerisce che un'accurata mappatura delle relazioni di *fundierung* potrebbe rivelarsi assai fruttuosa in quel campo.

Nel 1954, Rota incontra Jacob T. Schwartz al seminario di Analisi funzionale, organizzato da Nelson Dunford a Yale e diventa il suo primo studente di dottorato. Nel 1956 consegue il Ph.D. con la tesi *Exension theory of Differential Operator I*, alla quale seguono tra il 1958 ed il 1961 una serie d'articoli di Teoria degli operatori. Sono gli anni in cui Rota sviluppa in particolare la Teoria degli operatori di Reynolds, definiti come un operatore R su di un'algebra, che soddisfa l'identità:

Questi operatori possono essere visti come generalizzazione degli operatori di media condizionata. Più precisamente. essi risultano *misture* d'operatori di media condizionata ed un formidabile strumento per la trattazione unificata di teoremi ergodici e teoremi di convergenza delle martingale.
Gli operatori di Reynolds sposteranno l'interesse di Gian-Carlo sui temi della

Teoria ergodica, che allora era cosparsa di problemi combinatori difficili e di natura sporadica. Rota intuisce immediatamente il potenziale che ha la combinatoria di svilupparsi in una matura ed importante area della Matematica. Qualche anno dopo, avrebbe riassunto le impressioni di quel periodo affermando che raramente una branca della Matematica – ad eccezione forse della Teoria dei numeri – era così ricca di problemi rilevanti e così povera d'idee generali adeguate ad affrontarli. D'altra parte, ogni volta che in un soggetto matematico l'apparato di strumenti tecnici cominciava a gravare sulla qualità e la leggibilità di un risultato, Rota spostava il suo punto di vista e finiva sempre con l'aprire un nuovo e più vasto orizzonte di ricerca.

In uno dei suoi saggi, *Analisi combinatoria, teoria della rappresentazione, teoria degli invarianti: storia di un menage a trois* (pubblicato nel 1999 nell'antologia *Lezioni Napoletane*), Rota distingue i matematici in due grandi categorie, i risolutori di problemi ed i teorici. Pur ammettendo che in genere i matematici possiedono un po' dell'una e un po' dell'altra qualità, afferma che non è inconsueto trovare i casi estremi in ciascuna delle due classi. Alfred Young, per esempio, era piuttosto un risolutore, mentre Grassmann era sicuramente un teorico. Il suo più importante contributo è stato la definizione d'algebra esterna che sviluppò e precisò per tutta la vita, anticipando il calcolo delle forme differenziali esterne che fu sviluppato da Elie Cartan nel secolo successivo. Per un risolutore di problemi, ciò che conta è venire a capo di un problema, meglio se considerato senza via d'uscita, non importa se la soluzione è complessa, macchinosa e di difficile lettura, l'importante è averla trovata ed essere sicuri della sua correttezza. Un risolutore è essenzialmente un conservatore per il quale il retroterra concettuale di riferimento deve mantenersi immutabile nel tempo, le nuove teorie o le generalizzazioni vanno considerate con sospetto. Per un teorico, invece, il più grande contributo in Matematica non è la soluzione di un problema, bensì l'elaborazione di una nuova teoria in cui il problema trova una soluzione naturale. Il teorico è un "rivoluzionario", convinto che le proprie teorie saranno ancora vitali quando i problemi alla moda dimostreranno tutto il peso delle loro tecniche oramai obsolete. Non c'è dubbio che Rota si sentisse più vicino ai teorici che non ai risolutori. Nella prefazione al volume *A source book in matroid theory* (Kung, 1986), propone un criterio per distinguere le tre età di un soggetto matematico. I soggetti antichi sono quelli carichi di riconoscimenti e onori, i cui più importanti problemi sono risolti da tempo e le cui applicazioni sono messe copiosa per ingegneri e imprenditori: i loro ponderosi trattati sono ricoperti di polvere nei piani interrati delle biblioteche, nell'attesa del giorno in cui, una generazione non ancora nata riscopra con soggezione quel paradiso perduto. Per farsi un'idea dei soggetti dell'età di mezzo, basta vagare per i corridoi dell'*Ivy League universities** o per quelli dell'*Institute for Advanced Study*: i loro sommi sacerdoti rifiutano con alterigia le favolose offerte d'ansiose Università di provincia mentre, in fondo, sanno che il carico di tecnicismo ha già raggiunto una massa critica, prossima a sommergere i loro teoremi nella polvere dell'oblio. Infine, i soggetti giovani nascono per merito d'individui un po' strampalati che picconano con energia una montagna di problemi intrattabili, balbettando ingenuamente le prime parole di ciò che presto diverrà un nuovo linguaggio. L'infanzia cessa con il primo *Seminaire Bourbaki*. Rota dimostrerà una straordinaria capacità nel traghettare la disarticolata congerie di problemi combinatori, presente nel panorama matematico degli anni Sessanta, in un giovane soggetto basato sulle solide fondamenta dell'Algebra. Negli anni che vanno dal 1959 al 1965, Rota sarà prima *assistent professor* e poi *associate professor* al M.I.T., al quale tornerà dopo una parentesi di due anni presso la *Rockefeller University*. Al M.I.T. incontra Norbert Wiener e John Nash. Rota non abbandonerà mai più il *Massachusetts Institute of Technology*, Cambridge e la città di Boston.

Il 1964 è l'anno della pubblicazione di *On the Foundation of Combinatorial Theory I. Theory of Mœbius function*, il primo di dieci articoli pubblicati tra il 1964 ed il 1992 che marcheranno profondamente le direttrici di ricerca delle teorie combinatorie contemporanee. Per questo primo articolo, che segna l'inizio della moderna Combinatoria algebrica, riceve nel 1988 il premio *Steel* dell'*American Mathematical Society* con la seguente motivazione: "*Only twenty-five years ago the subject of combinatorics was regarded with disdain by "mainstrem" mathematicians, who considered it as little more than a bag of ad hoc trics. Now, however, the new subject of "algebraic combinatorics" is a highly active and universally accepted discipline. Two of its most prominent features are its unifyng techniques which bring together a host of previously disparate topics, and its deep connections with other branches of mathematics, such as algebraic topology, algebraic geometry, commutative algebra, and representation theory. The single paper most responsible for bringing on this revolution is the paper of Rota cited above. It showed how the theory of Mœbius functions of a partially order set, as developed earlier by L. Weisne, P. Hall and others, could to be used to unifyand generalize a wide selection of combinatorial results. Moreover, it hin-*

ted at connections with algebra, topology, and geometry which were later to be extensively developed by Rota and his followers. Perhaps more importantly, Rota's paper has inspired many mathematicians to develop systematic tecniques for solving combinatorial problems and to apply them to problems outside combinatorics".

Questo primo articolo, *On the Foundation of Combinatorial Theory I. Theory of Mœbius function*, come altri della serie sui fondamenti della Combinatoria, ha prodotto un fruttuoso raccolto. Ad esempio, l'intuizione di Rota che la funzione di Mœbius di un reticolo possa essere interpretata in differenti modi come caratteristica d'Eulero, ha aperto lo studio d'innumerevolii problematiche di natura topologica, facendo nascere, di fatto, un nuovo soggetto: la Combinatoria topologica. Questa teoria ha oggi raggiunto gradi d'elevata raffinatezza concettuale. E ancora; i legami tra la funzione di Mœbius e i reticoli geometrici hanno rivitalizzato la teoria dei mattoidi – oggetti basati su una generalizzazione del concetto d'indipendenza lineare – e svelato le profonde relazioni di questi con la Topologia e la Geometria algebrica.

Il ritorno di Rota al M.I.T. nel 1967 segna l'inizio della *Cambridge School of Combinatorics*. Giancarlo raccoglie intorno a sé coloro che sarebbero presto diventati tra i maggiori protagonisti della crescita impetuosa della Combinatoria. I seminari, che si svolgono settimanalmente al M.I.T., ospitano personaggi di grande levatura (come Marcel-Paul Schützenberger) e sono frequentati da studiosi del calibro di Danny Klaitman, Henry Crapo, Jay Goldman e da *graduate students or junior faculty*, i cui nomi sarebbero presto diventati famosi, come Richard Stanley, Peter Doubilet, Curtis Green. Negli stessi anni, Rota avvia una intensa attività editoriale fondando il *Journal of Combinatorial Theory* e *Advances in Mathematics*, due riviste che raggiungeranno rapidamente grande prestigio internazionale. Edwin F. Beschler, all'epoca *acquisitions editor* per la Matematica della casa editrice *Academic Press*, ha scritto: "*it was Gian-Carlo's particular genius that he could transform an intractable set of dynamic sheerly by force of his ability to recognize superior work and his willingness to "break the rules" in the interest of publishing it expeditiously, thus furtering mathematics. He was a communicator of the highest degree, and he believed in the power of the written word and the necessity – even to proliferation – of publishing thoughts, ideas, and information"*. Oltre alle due riviste citate, Rota è tra i promotori della nascita del *Journal of Functional Aanalysis* e fondatore nel 1979 di *Advances in Applied Mathematics* che, nel volgere di pochi anni, uguaglierà il prestigio delle sorelle maggiori. La sua attività di promozione editoriale non conoscerà soste. Tra le innumerevoli iniziative vanno anche menzionate le collane: *Contemporary Matematicians* edita da Birkhäuser e *The Encyclopaedia of Mathematics* edita da Cambridge University Press, che consta di più di ottanta volumi.

Il 1964 è un anno cruciale per Gian-Carlo, non solo per la pubblicazione di *On the Foundations of Combinatorial Theory I*, ma anche per l'incontro con Stanislaw Ulam, uno dei maggiori esponenti della scuola matematica polacca e collaboratore di von Neumann. Tra Ulam e Rota nasce un intenso rapporto intellettuale e d'amicizia che induce lo scienziato polacco a suggerire Gian-Carlo come consulente alla direzione del celebre *Los Alamos Scientific Laboratory*, collaborazione che Rota proseguirà stabilmente fino alla sua scomparsa. Ulam ha scritto: "*Rota m'impressionò per la sua conoscenza d'alcuni argomenti matematici oramai quasi dimenticati, quali i lavori di Sylvester, Cayley e altri sulla teoria classica degli invarianti, e per la maniera in cui riusciva a far connessioni tra i lavori dei geometri italiani e le geometrie grassmanniane e a modernizzare molte di queste ricerche che risalivano al secolo scorso*".

In realtà, molti dei contributi più eleganti e profondi di Rota sono nati dalla sua passione culturale per lo studio dei lavori di Combinatoria dei matematici del XIX secolo. È questo il caso della poderosa impresa, da lui avviata all'inizio degli anni Settanta, che ha portato alla rinascita della classica teoria degli invarianti. Non a caso i primi matematici che si occuparono di teorie combinatorie furono anche degli "invariantisti". I nomi di Hammond, MacMahon, Petersen sono oggi noti per il loro lavoro in Combinatoria, ma la motivazione delle loro ricerche era la teoria degli invarianti. Analogamente, i nomi di Cayley, Clifford e Sylvester sono legati saldamente alla teoria degli invarianti, ma i loro contributi alla combinatoria furono assai rilevanti. In *Two turning points in invariant theory*, Rota ha scritto: "*the program of invariant theory, from Boole to our day, is precisely the translation of geometric facts into invariant algebraic equations expresses in terms of tensors. This program of traslation of geometry into algebra was be carried out in two steps. The first step consisted of decomposing a tensor algebra into irriducible components under changes of coordinates. The second step consisted in devising an efficent notation for expression of invariants for each irriducible component"*. Proprio la ricerca di una notazione efficiente conduce Rota sulle orme di Gordan, Capelli e Young e sulle loro tecniche simboliche. Ma per Gian-Carlo, il metodo simbolico

Titoli e premi

Un angolo della Gian-Carlo Rota Reading Room al M.I.T.

Gian-Carlo Rota è stato consulente:
al *Los Alamos Scientific Laboratory* dal 1966 e, dal 1971 in poi, ha occupato la posizione di *Director's office fellows*;
alla *Rand Corporation* dal 1966 al 1971;
alla *Brookhaven Natinal Laboratory* dal 1969 al 1973.
Ha ricevuto la laurea *honoris causa:*
dall'Università di Strasburgo (1984),
dall'Università dell'Aquila (1990),
dall'Università di Bologna (1996),
dalla Brooklyn Polytechnical University di New York (1997)
e ne avrebbe ricevuto un'altra nell'estate del 1999 in Cina, alla Nankai University.
Ha ricevuto il premio *Steel* dell'*American Mathematical Society* nel 1988.

È stato:
professore Linceo dal 1979 al 1985;
membro della *National Academy of Sciences* dal 1982;
membro della *Selection Comittee for the Wolf Prize in mathematics* (1982-83);
chairman per la Matematica della *National Academy of Sciences* dal 1994 al 1997;
vicepresidente dell'*American Mathematical Society* dal 1995 al 1997.
Nel 1996, il M.I.T. gli ha conferito il premio *Killian Faculty Achievement*.
Nel 1998 è stato nominato *Nobert Wiener Professor* di Matematica ed è stato *Colloquium Lecturer* dell'*American Mathematical Society*.

non dava origine solo ad una notazione efficiente. Nello stesso articolo prosegue, affermando: "*The hidden pourpose of the simbolic method in invariant theory was not simply that of finding easy expression for invariants. A deeper faith was guiding this method. It was the expectation that the expression of invariants by the simbolic method would eventually guide us to single out the "relevant" or "important" invariants among an infinite variety*".

Il metodo, elaborato da Rota, trae spunto da un'idea di Richard Feynmann. Il fisico rappresentava monomi d'Algebre non commutative, sostituendo ad ogni variabile una coppia di variabili, la prima delle quali indicava la variabile originaria, mentre la seconda "segnava" il posto occupato dalla variabile nel monomio non commutativo. Con quest'espediente, una coppia di variabili può essere interpretata come una singola variabile che genera un anello commutativo e molti problemi d'Algebra non commutativa possono essere ricondotti a problemi d'Algebra commutativa. Rota comprese che la stessa idea risultava utile in problemi combinatori originati dalla teoria degli invarianti. All'algebra di coppie di variabili così costruita, diede nome di *Algebra letter-place*.

Gian-Carlo mi raccontò del suo ultimo incontro con Feynmann all'inaugurazione della prima *Connection machine* presso la società "Thinking machine". Rota disse a Feynmann che aveva usato l'idea della coppia di variabili, con successo, in parecchi articoli. Immediatamente, il fisico lasciò il nugolo di giornalisti che gli stavano attorno e si appartò con Gian-Carlo confidandogli con soddisfazione che considerava l'ordinamento temporale – così egli chiamava l'*Algebra letter-place* – la migliore idea che avesse avuto. Migliore – sostenne convinto – perfino dell'integrale di Feynman. Poi continuò spiegando a Rota un'altra idea che non aveva mai pubblicato, della quale fece uno schizzo su di un pezzetto di carta non più grande di un francobollo. Gian-Carlo mise in tasca il foglietto con l'intenzione di recuperarlo in un secondo momento. Fu, tuttavia, con gran disappunto che dovette costatare in seguito, di averlo smarrito. Da allora, continuò a chiedersi quale fosse l'ultima idea di Feynmann. L'*algebra letter-place* ha reso possibile la costruzione dei fondamentali algoritmi di raddrizzamento (*straightening algorithms*) attraverso i quali Rota ed i suoi collaboratori, non solo hanno riformulato in termini moderni i teoremi classici della teoria degli invarianti di Hermann Weyl ed i risutati in caratteristica libera di J.I. Igusa, ma hanno fornito un approccio unificante per ambiti diversi quali l'ordinaria teoria della rappresentazione del gruppo simmetrico e la teoria della rappresentazione del gruppo generale lineare e del gruppo simmetrico sullo spazio dei tensori omogenei. Gian-Carlo sosteneva che per capire la differenza di stile, ma anche di sostanza, tra la teoria della rappresentazione e quella degli invarianti, è utile ricorrere all'analoga differenza che intercorre tra la teoria della probabilità e la teoria della misura:"*si possono fissare per tutta una vita le funzioni misurabili senza nemmeno scoprire la distribuzione normale. Analogamente si possono fissare per tutta una vita, le rappresentazioni del gruppo generale lineare, senza nemmeno scoprire la soluzione, nel senso della teoria degli invarianti, di un'equazione cubica"*.

Grazie anche al contributo di Rota, la teoria della rappresentazione è oggi un'area molto attiva nella Combinatoria contemporanea. I contributi di Rota, Brini, Grosshans, Stein ed altri, hanno arricchito il quadro d'ingredienti assai efficaci.

L'aggettivo umbrale apre un altro importante capitolo della storia scientifica di Gian-Carlo Rota. Alain Lascoux, uno dei più noti allievi di Marcel-Paul Schützenberger, ha scritto che Rota pensava a se stesso come ad un epigrafista della ricchezza del passato e come avvocato di quelle strutture algebriche che permettono l'integrazione di quella ricchezza nelle ricerche contemporanee. Il percorso e la diffusione del calcolo umbrale, le cui applicazioni sono oggi in potente sviluppo, confermano efficacemente questo giudizio. Il cosiddetto *calcolo umbrale* è stato usato in modo estensivo fin dal diciannovesimo secolo, pur essendo privo di una base fondazionale. Esso nasce dall'osservare alcune analogie tra diverse successioni di polinomi e la successione delle potenze . Ad esempio, come fornisce il numero d'applicazioni tra un insieme di n elementi ed un insieme con x elementi, così la successione *fattoriale decrescente,* = fornisce il numero d'applicazioni iniettive tra gli stessi insiemi; come per il teorema binomiale si ha:

,

così, per il teorema di Vandermonde, risulta:

PERTANTO L'INDICE n, nella successione di polinomi, si considera come "ombra" dell'esponente di x. Nel diciannovesimo secolo, molte identità vennero stabilite usando il trucco della sostituzione degli esponenti con gli apici e verificate a posteriori. Questa tecnica è stata sviluppata dal reverendo John Blissard in una serie d'articoli a partire dal 1861. Il calcolo di Blissard trae origine da metodi simbolici di derivazione di prodotti con due o più fattori inventati da Leibniz e in seguito sviluppati da Laplace, Vandermonde, Herschel e arricchiti dai contributi di Cayley e Sylvester in teoria delle forme. Eric Temple Bell ha provato nel 1940 a dare fondamento teorico a queste tecniche, senza tuttavia fornire un quadro convincente. Nel 1958 Riordan (nel suo libro, *An introduction to Combinatorial Analysis* che può considerarsi il primo moderno testo di Combinatoria) fa largamente uso di tecniche umbrali, senza fornire alcuna dimostrazione della correttezza del metodo. Solo sei anni più tardi, Rota pubblica *The number of partitions of a set* nel quale svela la "magia umbrale", che permette di ottenere identità sostituendo indici ad esponenti, definendo il funzionale lineare che legittima il metodo.

Quest'articolo aprirà la strada ad un'elegante teoria, esposta negli articoli *Foundation III* e *Foundation VIII,* che darà luogo ad un vastissimo numero d'applicazioni in differenti aree della Matematica. Nel 1978 Rota e Roman danno un assetto formale definitivo al-

PER SAPERNE DI PIÙ...

I.Beschler E.F.; Buchsbaum D.A.; Schwartz J.T.; Stanley R.P.; Taylor B.D., Waterman M. (2000,) **Gian-Carlo Rota (1932-1999),** Notices Am. Math. Soc. 47, No.2, pp. 203-216.

Dhombres J., Kung J.P.S, Starr N. (2003), **Gian-Carlo Rota on Analysis and Probability: Selected Papers and Commentaries**, Boston-Basel-Berlin, Birkhäuser.

Crapo H., Senato D. (2001), **Algebraic Combinatorics and Computer Science: A tribute to Gian-Carlo Rota**, Springer-Verlag.

Kung J.P.S. (1995), **Gian-Cardo Rota on Combinatorics: Introductory Papers and Commentaries**, Boston-Basel-Berlin, Birkhäuser.

Palombi F. (2003), **La stella e l'intero: la ricerca di Gian-Carlo Rota tra fenomenologia e matematica**, Bollati Boringhieri.

Rota Gasperoni E. (1995), **Orange sur le lac**, Médium Parigi.

Rota G.-C. (1993), **Pensieri Discreti**, Palombi F. (a cura di), Garzanti Editore.

Rota G.-C. (1997), **Indiscrete Thoughts**, Palombi F. (a cura di), Boston-Basel-Berlin, Birkhäuser.

Rota G.-C. (1999), **Lezione Napoletane**, Palombi F. (a cura di), La Città del Sole.

Ulam S. M. (1995), **Avventure di un matematico**, Sellerio. Palermo.

l'intera materia nel linguaggio delle algebre di Hopf. Sedici anni dopo, Rota ritorna al calcolo umbrale realizzando il sogno di Bell di darne una solida base algebrica e allontanandosi il meno possibile dallo spirito dei fondatori Sylvester e Blissard. Il nuovo approccio dischiude prospettive assai innovative e ritrova la forza intuitiva e la semplicità di calcolo, che la traduzione nel linguaggio delle algebre di Hopf aveva in parte velato. I recentissimi sviluppi stanno confermando la potenza di calcolo e di semplificazione in diversi e importanti contesti come la teoria delle *wavelts* e la Probabilità.
Gian-Carlo, sul finire della sua esistenza, è ritornato così a gettare nuovi semi nel campo che lo vide allievo di Feller a Princeton. Si è spento, ancora in pieno vigore mentale, nella sua casa di Cambridge nell'aprile del 1999. Il *Massachusetts Institute of Technolgy* ha dedicato una sala alla sua memoria: la *Gian-Carlo Rota reading room,* in cui è raccolta un'ampia collezione di volumi legati al suo percorso intellettuale, che testimonia la vastità e profondità del suo pensiero.