

**BURALI FORTI, CESARE** (Arezzo, 13 agosto 1861 - Torino, 21 genn. 1931). Matematico.

Figlio di Cosimo e di Isoletta Guiducci, compì gli studi medi nel collegio militare di Firenze. Al loro termine si iscrisse, nel dicembre 1879, all'Università di Pisa (che era allora uno dei più importanti centri italiani di matematica) e vi si laureò in matematica (dicembre 1884), discutendo una tesi di geometria sulle "Caratteristiche dei sistemi di coniche".

Fu allievo di Ulisse Dini, il quale era uno degli esponenti di un gruppo di scienziati che guardava con attenzione al *rigore* logico nella fondazione delle discipline matematiche, specialmente nell'analisi infinitesimale. Fu suo insegnante anche Enrico Betti, a sua volta amico personale di Riemann. In forza di queste influenze il Burali Forti dedicò attenzione a due settori: quello dell'indagine logica sulla fondazione rigorosa della matematica e quello dell'applicazione di nuovi strumenti nello studio della geometria e della fisica matematica.

Dopo la laurea, il Burali Forti intraprese la carriera dell'insegnamento e divenne professore di matematica presso la scuola tecnica di Augusta, nel 1885. Nel 1887, anno del suo matrimonio, è a Torino dove aveva vinto un concorso per professore straordinario dell'Accademia Militare di Artiglieria e Genio: vi rimarrà fino alla morte, come insegnante di geometria analitica proiettiva, divenuto ordinario nel 1906, con una posizione di assoluto prestigio nell'Istituto. Sempre a Torino insegnerà anche nella Scuola tecnica Sommeiller fino al 1914.

Fa un tentativo per ottenere la *libera docenza* che, se riuscito, gli aprirebbe le porte dell'insegnamento all'Università, ma viene respinto: la commissione esaminatrice è composta in prevalenza da cattedratici che non condividono le sue convinzioni sui nuovi metodi di analisi vettoriali che il Burali Forti aveva difeso con *vis* polemica vivace e anche aspra. Rifiutò di compiere altri tentativi e così, nel corso della sua vita, non ebbe una posizione definita e stabile nell'Università.

Tuttavia strinse una profonda amicizia con Giuseppe Peano, che aveva un'età maggiore della sua di soli tre anni, e ne fu l'assistente nel triennio 1894-1896. L'influenza dell'amico si era però fatta sentire in precedenza e ne erano derivate una serie di lezioni informali, all'Università di Torino, sulla logica matematica (1893-94), che furono pubblicate nel 1894.

Molti degli scritti del Burali Forti erano assai polemici, ma i suoi rapporti con la famiglia e con gli amici erano improntati alla cortesia e all'affettuosità. Amava la musica: Bach e Beethoven erano i suoi compositori preferiti. Non fece parte di nessuna accademia e rimase sempre un libero pensatore.

Divenne la figura di maggior rilievo del gruppo che faceva capo a Peano e collaborò alle edizioni del *Formulario*, ossia dell'opera in cui questa scuola dedicherà, in modo collettivo e anonimo, i suoi sforzi per una riesposizione rigorosa dell'intera matematica, fondata sul ricorso alla notazione e alle tecniche dimostrative della logica peaniana. Lo stesso Peano scrive, nel 1889, le opere, che lo renderanno famoso, sui fondamenti logici dell'aritmetica e della geometria elementare, in cui appaiono per la prima volta gli *assiomi* che portano il suo nome. Nel 1890, Peano vince la cattedra di calcolo infinitesimale all'Università di Torino, ciò che gli consente di valorizzare meglio gli studi dell'amico Burali Forti che, nel 1894, pubblica un manualetto di "Logica matematica".

Queste ricerche sono parte dell'interesse sorto in tutta Europa per i fondamenti della matematica: basta ricordare in proposito i nomi di Hilbert e di Cantor. Di quest'ultimo, Burali Forti apprezzerà i lavori dandone acute interpretazioni critiche.

Da questi studi deriverà l'*antinomia di Burali Forti*, chiamata impropriamente *paradosso*. È al Burali Forti, infatti, che si deve la scoperta (1897) della prima antinomia relativa alla teoria degli insiemi, nell'ambito della teoria di Cantor sui numeri ordinali transfiniti. Burali Forti introdurrà così l'argomento: "Il principale scopo di questa nota è quello di mostrare che esistono 'numeri transfiniti' (o 'tipi ordinali'),  $a$ ,  $b$ , tali che ' $a$ ' non è né uguale a, né minore di, né più grande di ' $b$ '". L'antinomia, nella sua essenza, può essere formulata così: a ogni classe di numeri ordinali corrisponde un numero ordinale che è più grande di ogni elemento della classe. Si consideri la classe di tutti i numeri ordinali. Ne segue che questa classe comprende un numero ordinale che è più

grande di ogni numero ordinale. Questo risultato passò quasi sotto silenzio fino a che Bertrand Russell pubblicò un'antinomia simile nel 1903. Si deve ricordare, tuttavia, che Cantor era già consapevole dell'antinomia di Burali Forti, nel 1895, e ne scrisse a David Hilbert nel 1896.

Un altro contributo importante è contenuto nello scritto "Le classi infinite", pubblicato in una "Memoria" del 1896. È il primo che abbia studiato la correlazione fra i due modi diversi e indipendenti di caratterizzare un insieme finito e di rilievo sono anche i suoi studi sulla teoria delle definizioni. Nel 1919, uscirà la seconda edizione, ampliata e rifatta, della "Logica matematica".

In modo perfino più incisivo che non nella logica matematica, il Burali Forti opera in seno alla teoria dei vettori e, in particolare, nella fondazione della teoria delle omografie vettoriali. Anche qui la connessione con l'opera di Peano è stretta, ma la strada delle nuove idee riesce faticosa: l'intento dichiarato di trattare i vettori con i vettori, senza far ricorso alle coordinate e introdurli addirittura nella trattazione diretta della geometria differenziale e proiettiva urta contro inveterate abitudini mentali; lo stesso Burali Forti è vittima di questa ostilità, poiché l'avversione per i nuovi punti di vista, da lui vivacemente e polemicamente difesi gli costa, come abbiamo visto, l'insuccesso nell'esame di libera docenza che non vorrà più tentare nuovamente e verrà escluso, così, dalla carriera universitaria.

Alcuni matematici, però, riconoscono in lui un vero maestro e collaborano alle sue ricerche: tra questi Roberto Marcolongo. Nel 1909 pubblicano insieme "Elementi di calcolo vettoriale", di cui propongono una nuova notazione e che viene subito tradotto in francese. Il Burali Forti è il primo a introdurre la teoria delle *omografie vettoriali*, in collaborazione con il Marcolongo ("Omografie vettoriali" esce nel 1909 e viene seguito da numerose monografie (pubblicate in "Rendiconti del circolo matematico di Palermo") sull'argomento fino al 1930, e cioè fino alla vigilia della morte del Burali Forti. Secondo l'Agazzi, la ricerca pecca forse di un eccessivo rigore: il proposito di fare a meno a tutti i costi di coordinate, crea non pochi problemi.

Secondo il Kennedy (il quale ricorda che nella controversia furono coinvolti insigni matematici di tutta Europa), invece, la nozione di derivata di un vettore riguardo a un punto permise al Burali Forti di unificare e di semplificare grandemente i fondamenti dell'analisi vettoriale.

La collaborazione che il Burali Forti aveva realizzato anche con Tommaso Boggi aveva dato luogo, nel 1924, a un volume, "Espaces courbes. Critique de la relativité", nel quale i due autori respingono con la massima decisione la teoria della relatività (scrivono, nelle conclusioni, che la filosofia può anche essere in grado di giustificare la teoria della relatività, ma la matematica, la scienza sperimentale e il senso comune non lo potranno mai. Ne nacque perfino un attrito, sia pure temporaneo, con il Marcolongo.

Nella vita il Burali Forti fu, comunque, un isolato: il non aver percorso la carriera universitaria e il fatto di non essere neppure mai stato membro di alcuna accademia accentuò indubbiamente - sempre ad avviso dell'Agazzi - la sua naturale tendenza a chiudersi in sé stesso. Morì lontano dai suoi, all'ospedale Mauriziano di Torino il 21 gennaio 1931, chiedendo di non ricevere funerali religiosi.

Opere: Il Burali Forti fu autore prolifico. Per una bibliografia delle sue opere (il catalogo della Biblioteca Nazionale di Firenze ne conta settantasette) si rinvia alle pp. 380-381 della biografia di Evandro Agazzi.

Bibl.: Le biografie più complete sono quelle, già ricordate, di Hubert C. Kennedy (*Dictionary of Scientific Biography*, a cura di Charles Coulston Gillespie, New York, Charles Scribner' Sons, 1973) e di Evandro Agazzi, in *Dizionario Biografico degli Italiani*, Roma, Istituto dell'Enciclopedia Italiana, 1972, vol. 15, pp. 376-381. Numerosi sono i cenni biografici reperibili in Internet, a cominciare da Wikipedia. Da notare che il Kennedy è autore anche di: *Peano: storia di un matematico*, Torino, Boringhieri 1983, pp. 297, in cui trova posto anche Cesare Burali Forti.

Le notizie sono tratte pressoché letteralmente, fino ad esserne una trascrizione, dalla biografia curata da Evandro Agazzi e, in minor misura, da quella curata da Hubert C. Kennedy.

(R.G. Salvadori)