Sof’ja Kovalevskaja e Fëdor Dostoevskij

Dì quello che sai, fa quello che devi, succeda quel che deve succedere

Sofia Vassilievna fu innanzitutto una matematica dall’ingegno versatile, ma fu anche una rivoluzionaria sostenitrice dei diritti delle donne e una scrittrice.

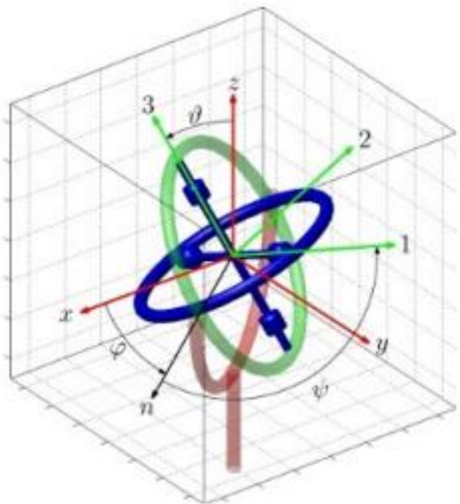
Nacque a Mosca il 15 gennaio 1850 e lottò contro la sua famiglia, soprattutto contro un padre autoritario che nutriva un forte pregiudizio nei confronti di tutte le donne istruite, e contro i divieti che in Russia le negavano la libertà di studiare come avrebbe voluto. A 18 anni convinse il paleontologo Vladimir Onufievic Kovalevskj a sposarla in modo virtuale, perché il matrimonio sarebbe stato l’unico modo per uscire dalla Russia e proseguire i suoi studi all’università. Si era appassionata alla matematica fin da bambina, perché la matematica le era “sempre sembrata una scienza che dischiude nuovi orizzonti”[1], così come lei stessa scrisse in *Memorie d’infanzia*, il racconto dei suoi giorni di bambina e adolescente. La sua passione era nata grazie all’interesse di un po’ tutta la famiglia per questa materia, ma determinante fu lo zio paterno Pjotr. La curiosità fu suscitata anche dall’osservazione della parete di una stanza della sua casa. Terminata la carta da parati tradizionale, la stanza era stata tappezzata da pagine di formule sul calcolo differenziale e integrale del matematico

[1] In *Memorie d’infanzia*, di S. Kovalevskaja, pag. 204

ucraino Ostrogradskij. Sofia passava ore a cercare una successione logica tra esse e aveva memorizzato ogni passaggio, seppur non comprendendone il significato. Quando, anni dopo, seguì le lezioni di calcolo differenziale, i docenti rimasero stupiti per la velocità con cui riusciva ad effettuare le deduzioni, svolte grazie al ricordo delle pagine che aveva osservato da bambina.

Uscita dalla Russia, Sofia, in quanto donna, non fu accolta ufficialmente nemmeno all'università di Heidelberg (tuttavia le fu permesso di seguire alcune lezioni, tra cui quelle di scienziati prestigiosi, come i matematici Paul Du Bois-Reymond e Leo Koenigsberger[2], i fisici Kirchoff e Helmholtz, il chimico Bunsen) e neanche a quella di Berlino. Qui conobbe il grande matematico tedesco Karl Weierstrass che si accorse del talento della giovane e che decise di seguirla privatamente nei suoi studi, fino alla laurea, ottenuta a Gottinga nel 1874. Nel 1875, sempre sotto la supervisione di Weierstrass, scrisse un importante lavoro, "La teoria delle equazioni differenziali parziali". Nel 1878 ebbe una figlia e tre anni dopo si separò dal marito che, caduto in depressione, si suicidò nel 1881. Nel 1883 Sofia si trasferì a Stoccolma con la figlia. Ottenne una docenza all'università svedese e fu la prima donna ad avere una cattedra in Svezia e la seconda nella storia della matematica ad insegnare in una università[3].

Nel 1888 Sofia, che talvolta utilizzava il nome di Sonia, con il quale veniva chiamata da bambina, vinse il prestigioso Bordin Prize dell'Accademia delle Scienze Francese, con uno studio sulla rotazione di un corpo rigido attorno ad un suo punto.



[2] Nel 1868, a San Pietroburgo, aveva anche conosciuto Čebyšëv, noto come il padre fondatore della matematica russa e famoso per i suoi contributi in campo statistico e probabilistico e nella teoria dei numeri.
[3] La prima fu Maria Gaetana Agnesi, che, a partire dal 1750, insegnò presso l'Università di Bologna.

Un notevole risultato della Kovalevskaja riguarda la soluzione del *problema di Cauchy*. Questo problema consiste in una equazione differenziale con delle condizioni iniziali e trova numerose applicazioni ai fenomeni naturali e fisici. Si deve risolvere una equazione differenziale quando nell'equazione è presente la variazione di una grandezza fisica (espressa da una derivata). Ad esempio si può impostare un'equazione differenziale per esprimere che il numero di atomi che decadono in una sostanza radioattiva è proporzionale al numero di atomi radioattivi presenti. Una equazione differenziale ha come soluzione non un numero, ma una funzione e talvolta questa funzione non è esprimibile con funzioni elementari, ma ci si deve accontentare di effettuare studi qualitativi delle soluzioni o procedere con metodi numerici implementabili al computer. Ci sono anche equazioni differenziali per le quali è difficile stabilire se siano o meno risolvibili. Le equazioni di Navier-Stokes, ad esempio, scritte nel XIX secolo, descrivono il moto di un fluido e hanno l'espressione

$$\frac{\partial}{\partial t}u_i + \sum_{j=1}^{n} u_j \frac{\partial u_i}{\partial x_j} = \nu \Delta u_i - \frac{\partial p}{\partial x_i} + f_i(x,t) \qquad (x \in \mathbb{R}^n, t \geq 0),$$

$$\operatorname{div} u = \sum_{i=1}^{n} \frac{\partial u_i}{\partial x_i} = 0 \qquad (x \in \mathbb{R}^n, t \geq 0)$$

con le condizioni iniziali

$$u(x,0) = u^{\circ}(x) \qquad (x \in \mathbb{R}^n)$$

Se si riuscisse a risolvere queste equazioni, si sarebbe in grado di studiare il comportamento dei fluidi in regime turbolento e, di conseguenza, ipotizzare le modalità di diffusione di sostanze inquinanti o prevedere un infarto. Dal 2000 la soluzione delle equazioni di Navier-Stokes costituisce uno dei sette problemi del millennio, per i quali sono stati stanziati un milione di dollari e dei quali solo uno è stato risolto.

IL PROBLEMA DI CAUCHY

Dato un sistema di N equazioni in N funzioni incognite delle n + 1 variabili indipendenti $t, x_1, \ldots, x_n$:

$$\frac{\partial^{n_i} u_i}{\partial t^{n_i}} = f_i(t, x_1, \ldots, x_n, u_1, \ldots, u_N, \ldots, \frac{\partial^k u_j}{\partial t^{k_0} \partial x_1^{k_1} \ldots \partial x_n^{k_n}}, \ldots)$$

con i, j = 1, 2,...,N e $k_0+k_1+\ldots+k_n = k \leq n_j$, $k_0 < n_j$, dove per ogni funzione u_i il numero n_i dà l'ordine massimo della derivata di u_i che compare nel sistema, assumendo che per un assegnato valore di t, ad esempio t=0, si conoscano i valori delle funzioni incognite e delle loro derivate rispetto a t, fino all'ordine n-1:

$$\frac{\partial^k u_i}{\partial t^k} = \phi_i^{(k)}(x_1, \ldots, x_n)\,(k = 0, 1, \ldots, n_i - 1), (i = 1, \ldots, N),\ t = 0$$

il problema di Cauchy consiste nel trovare una soluzione del sistema che verifichi le condizioni iniziali[4].

Sofia Kovalevskaja individuò una condizione sufficiente affinché la soluzione dei problema di Cauchy fosse unica:

TEOREMA DI CAUCHY–KOVALEVSKAJA (pubblicato nel 1875)

Se tutte le funzioni f_i sono analitiche in un intorno del punto

$$(t = 0, x_1^0, \ldots, x_n^0, \ldots, \phi^0_{j,k_0,k_1,\ldots,k_n}, \ldots)$$

dove

$$\phi^0_{j,k_0,k_1,\ldots,k_n} = \left(\frac{\partial^{k-k_0}\phi_j^{k_0}}{\partial x_1^{k_1}\,\partial \ldots \partial x_n^{k_n}}\right)_{(x_i = x_i^0)}$$

e se tutte le funzioni $\varphi_j^{(k)}$ sono analitiche in un intorno di

$$(x_1^0, \ldots, x_n^0)$$

allora il problema di Cauchy ha una e una sola soluzione analitica in un intorno del punto

$$(t = 0, x_1^0, \ldots, x_n^0).$$

---

[4] Per approfondimenti consiglio di leggere qui

Sofia Kovalevskaja scrisse alcune opere letterarie interessanti. Nel romanzo "*Memorie d'infanzia*", in cui per pudore si nascose dietro il nome Tanja, raccontò del suo amore giovanile per Fëdor Dostoevskij. La differenza di età (Dostoevskij aveva 29 anni più di Sofia) induce a ritenere i sentimenti di Sofia come una ammirazione-infatuazione per un uomo dalla personalità complessa e dalla vita già profondamente segnata.

Fine prima parte