



SOFIA KOVALEVSKAYA

"Es imposible ser matemático sin tener alma de poeta"



TRABAJOS EN MATEMÁTICAS

El Teorema de Cauchy-Kovalevskaya: Podemos pensar en este teorema como un análogo en el campo de las ecuaciones en derivadas parciales al Teorema de Picard de existencia y unicidad para ecuaciones diferenciales. A grandes rasgos, asegura que una EDP con coeficientes analíticos y datos iniciales satisfaciendo ciertas buenas propiedades admite una única solución (local) analítica. Cauchy había probado un caso particular, y ella lo demostró en general en una de sus tres tesis. Es probablemente su resultado más importante.

Integrales abelianas: El segundo trabajo de su tesis versó sobre estas integrales, muy estudiadas en la época. $\int R(z,w)dz$ es una integral abeliana si $R(z,w)$ es una función racional y z y w satisfacen una ecuación algebraica: $F(z,w)=0$. Un caso particular de estas integrales son las elípticas, que Kovalevskaya manejaba con soltura y utilizó, de forma sorprendente, para resolver la rotación del sólido rígido.

TRABAJOS EN FÍSICA MATEMÁTICA

Los anillos de Saturno: Su tercer trabajo versó sobre la forma y estabilidad de los anillos de Saturno. Laplace había supuesto que los anillos eran un fluido elíptico. Sofia abandonó esta hipótesis y utilizó un desarrollo en serie de Fourier para el potencial, llegando a un sistema con infinitas variables que abordó con el método de aproximaciones sucesivas.

La refracción de la luz y las ecuaciones de Lamé: por propuesta de Weierstrass, Sofia se interesó por las ecuaciones de Lamé. Estas procedían de un problema de física de la época de Fresnel: la doble refracción de la luz en ciertos cristales. Lamé tuvo que recurrir a la existencia de éter para resolverlo, a diferencia de Sofia, que no la utilizó. Aunque cometió un error, su solución resultó ser muy parecida a la definitiva que se obtuvo más adelante.

La rotación de un sólido rígido en torno a un punto fijo: este tipo de rotación, modelizada por las ecuaciones de Euler:

$$\begin{aligned} A \frac{dp}{dt} &= (B - C)qr + Mg(y_0\gamma'' - z_0\gamma'), & \frac{d\gamma}{dt} &= r\gamma' - q\gamma'' \\ B \frac{dq}{dt} &= (C - A)rp + Mg(z_0\gamma' - x_0\gamma''), & \frac{d\gamma'}{dt} &= p\gamma'' - r\gamma' \\ C \frac{dr}{dt} &= (A - B)pq + Mg(x_0\gamma' - y_0\gamma''), & \frac{d\gamma''}{dt} &= q\gamma' - p\gamma'' \end{aligned}$$

había sido resuelta en dos casos particulares por Euler y Lagrange, y abordada sin éxito por Poisson, Cayley, Maxwell... La idea genial de Kovalevskaya fue considerar el tiempo como variable compleja, y buscar las incógnitas como funciones meromorfas del mismo, en forma de series de Laurent. Obtuvo con esto un sistema de ecuaciones que incluía los casos de Euler y Lagrange y uno nuevo que se podía resolver de forma exacta (usando integrales elípticas). Lyapunov estableció que estos tres eran los únicos casos cuyas soluciones se expresaban como funciones univaluadas del tiempo, por lo que Sofia completó la resolución.

"¡Una princesa! Si tan solo me asignaran un salario..."

Sofia en respuesta a los periódicos suecos que la llamaban "princesa de la ciencia"

"He tenido pocos alumnos con los que pueda comparar su capacidad intelectual, su energía y su entusiasmo para la ciencia".

Carl Weierstrass

"El autor no solamente ha agregado un resultado muy importante a los que ya habían establecido Euler y Lagrange; también ha hecho un estudio profundo del resultado [...] Nos presenta un nuevo y memorable ejemplo de un problema de mecánica en el que intervienen estas funciones trascendentes cuyas aplicaciones se habían limitado, hasta ahora, al puro análisis y a la geometría".

Jurado del premio Bordin

1850

Nace en **Moscú** (Rusia), en una familia acomodada.

1858

Se traslada a **Palibino** (Bielorrusia), donde su tío despierta su interés por las matemáticas.

1863

Con trece años, muestra muy buenas cualidades, pero su padre decide truncar su educación, impropia de una señorita. Sin embargo, ella consigue una copia del **Álgebra** de Bourdon, que lee a escondidas.

Lee y comprende un libro que había dejado en la casa su vecino y profesor de física N.Tyrtov que, sorprendido, recomienda a sus padres que Sofia prosiga estudiando, a lo que ellos acceden.

1865

Se mudan a **San Petersburgo**, donde Sofia puede asistir a algunas clases universitarias (siempre acompañada). Allí conoce al célebre **Chebychev**.

1868

Para salir de Rusia y poder estudiar, sigue una estrategia popular en la época entre los jóvenes nihilistas (partidarios de la emancipación de la mujer, la educación y la ciencia), y contrae un "matrimonio blanco" con Vladimir **Kovalevski**, paleontólogo que quería proseguir sus estudios en Alemania.

1869

La pareja se establece en **Heidelberg**. A Sofia solo se le permite asistir como oyente a las clases, donde conoce a maestros como Königsberger.

1870

Decide ir a Berlín para estudiar con **Weierstrass**, padre del análisis matemático. Allí ni siquiera puede ser oyente, por lo que opta por pedirle clases particulares. Este, para ponerla a prueba, le propone unos problemas avanzados. Sofia tarda una semana en resolverlos, y lo hace de forma ingeniosa y original. Impresionado, Weierstrass se convierte en su amigo y mentor.

1874

Weierstrass busca una Universidad (**Göttingen**) dispuesta a doctorar a una mujer, y Sofia obtiene su título sin defensa oral, presentando tres trabajos (equivalentes a tres tesis de un hombre).

Este mismo año vuelve a Rusia donde, por no poder convalidar su título ni ejercer y afectada por la muerte de su padre, deja las matemáticas y se centra en su otra vocación: la escritura. Tiene una hija y pasa estrecheces económicas junto a su marido.

1880

Chebychev la invita a participar en el **Sexto Congreso de Ciencias Naturales**, donde expone una de sus tesis y despierta de nuevo su amor por las matemáticas. Decide por ello regresar a Berlín, donde ve a Weierstrass de nuevo, y finalmente deja a su marido y se muda a París.

1883

El matemático sueco **Mittag-Leffler**, pupilo de Weierstrass que había quedado impresionado en el Congreso, le consigue una plaza como profesora en la Universidad de **Estocolmo** donde, en un primer año provisional, debe ejercer como **Privatdozent** (cobrando lo que le aporten los alumnos). Al año siguiente, le ofrecen la plaza por cinco años, convirtiéndose en la primera profesora de universidad.

1888

Después de dos años trabajando en él, logra resolver el problema de la rotación de un sólido rígido en torno a un punto, y obtiene el prestigioso **Premio Bordin** de la Academia de Ciencias de París (que llevaba desierto dos años y al que le añaden 2000 francos extra por la calidad excelente del trabajo de Sofia).

1889

Con el premio, se convierte en profesora vitalicia, con apoyo de figuras como Hermite. En Estocolmo, es editora de **Acta Mathematica**. Su colega Chebychev logra que sea nombrada Miembro Honorífico de la **Academia de Ciencias de San Petersburgo** (pero no de pleno derecho).

1891

Fallece de neumonía a los 41 años, tras lo cual crece su reconocimiento.

BIBLIOGRAFÍA

J.M. Méndez Pérez, *Sofia Kovalevskaya*, Gaceta de la RSME, Vol 7 N°1, 2004
Michèle Audin, *Remembering Sofya Kovalevskaya*, Springer-Verlag, 2011