

# *La fascinante vida de Sonia Kovaléskaya*



UPC. FME. 6 de marzo de 2019



Facultat de Matemàtiques i Estadística



María Molero  
Adela Salvador

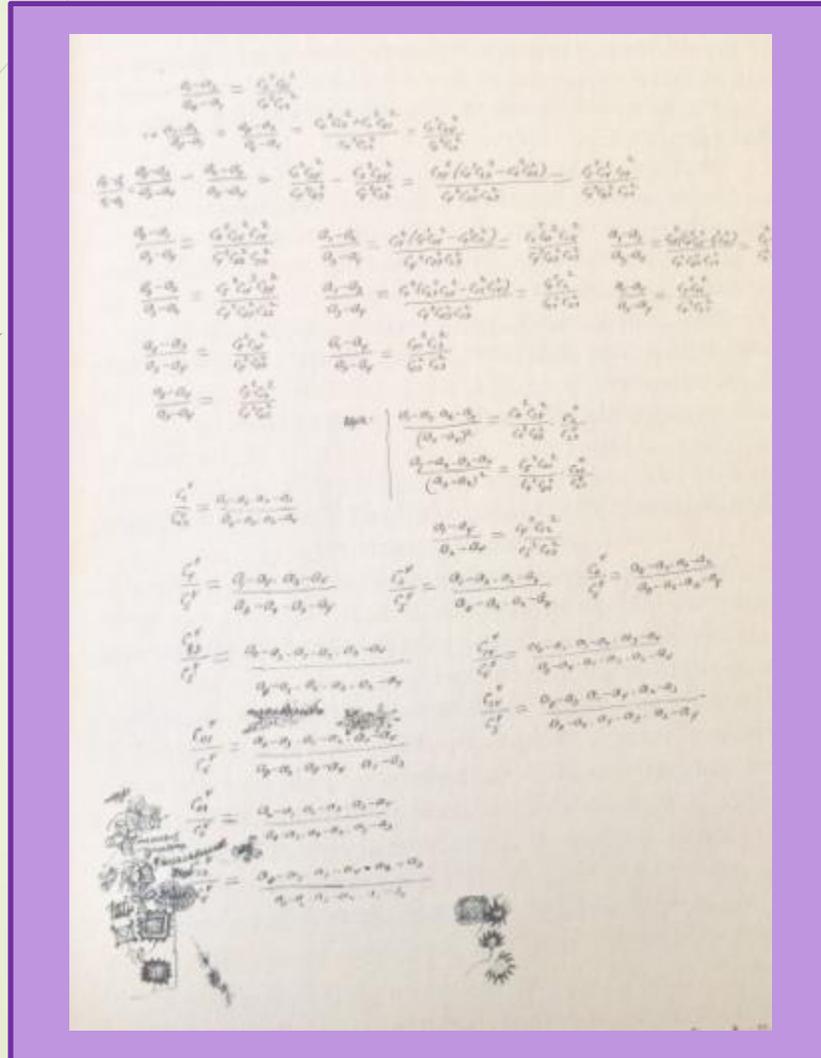
## *Sonia Kovaléskaya*

- Introducción
- Su infancia en el campo
- Un matrimonio "blanco"
- En la Universidad
- Al fin doctora
- Un paréntesis en su trabajo matemático
- Profesora en Estocolmo
- Otras obras matemáticas
- Su obra literaria
- Cronología
- Bibliografía



# Introducción

3



Manuscrito de Sonia

*Sonia*  
Su firma

# Sofía-Sonia Korvin-Krukovskaya Kovaléskaya



Moscú 1850-1891

4

Sonia

*Kovaléskaya*

Sofja

*Kovaleskaya*

Sonya

*Kovaleskaia*

Sofía

*Kovalesvkaya*

Sofya

*Kovalesvky*

Sophia

Sofa

*Kovaleskaia*

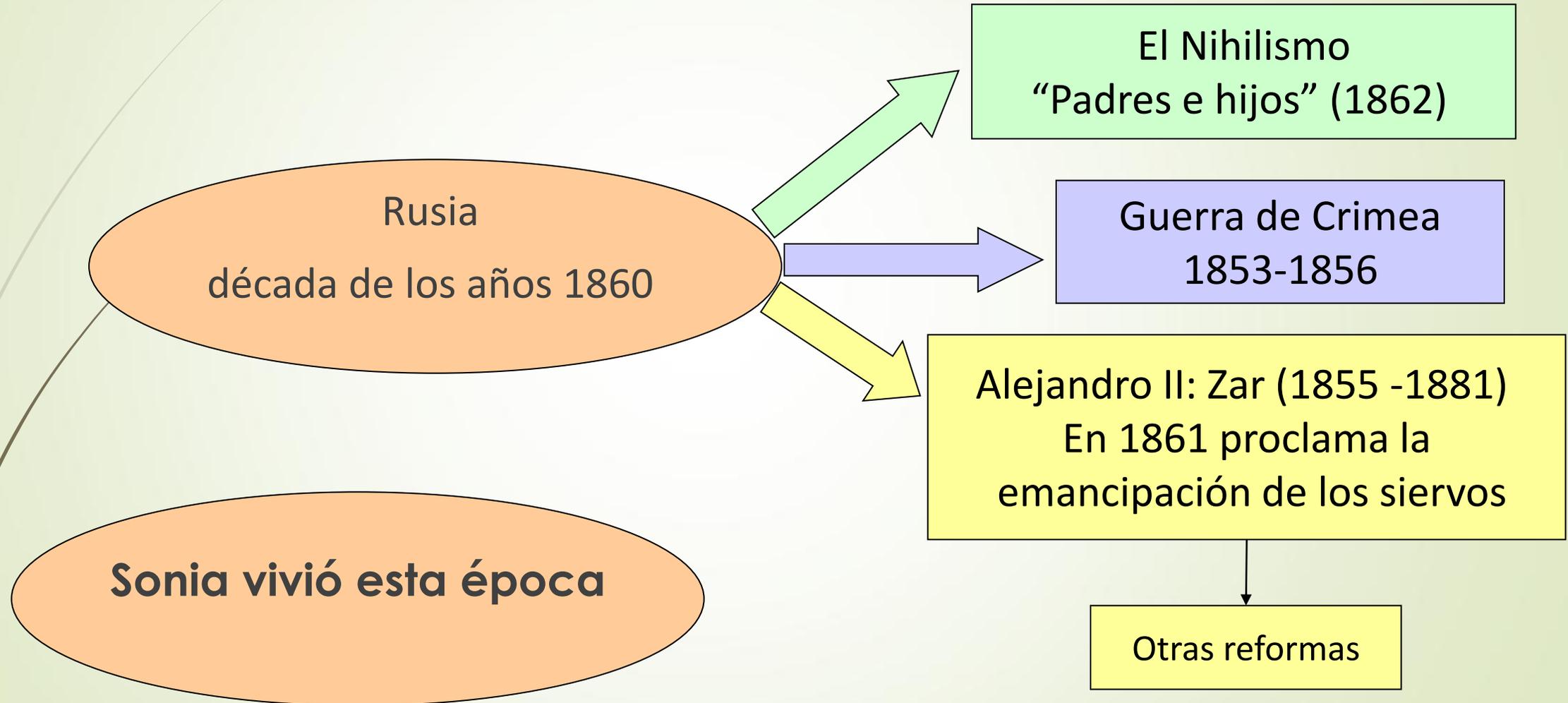
Sonja



- Nació el 15 de enero de 1850
- “La vida de Sonia Kovaléskaya es una vida **emocionante** gracias al medio político de la época; una vida **trágica** debido a sus propias necesidades psicológicas y emocionales; y una vida **brillante** gracias a su genio matemático y literario.
- Es una de las vidas más **fascinantes** de la historia de la ciencia. Pero la vida de Sonia no debería opacar el hecho de que fue, ante todo, **una gran matemática**”.

# Contexto histórico

5



# Su familia



6

Su padre: **Vasili Vassiliévitch Korvin-Kroukovski**, (1801 – 1875), fue general de artillería

Su madre: **Elizaveta Fyodorovna Shubert**, (1820 -1879), veinte años mas joven que su marido era de origen alemán

Su hermana: **Anna**, (1843 – 1887), llamada familiarmente **Aniuta**, era mayor que ella

Su hermano: **Fédia**, (1855 – 1919), era mas joven

Sus tíos: **Pedro Wassiliewitch y Teodor Shubert**

**La Niania**



# Su familia

7

- “¡Cómo no la voy a querer más que a los otros! dice la Niania - y me doy cuenta de que hablan de mí-. Si casi la he criado yo sola. Nadie más se ha ocupado de ella. Cuando nació Aniuta el padre, la madre, el abuelo y las tías sólo tenían ojos para ella, porque era la primera. Casi no podía ocuparme de ella porque me la quitaban de los brazos. Sin embargo con Sonia ¡Qué diferencia!”
- “Además, tanto el señor como la señora hubieran querido tener un hijo. El señor me decía sin cesar: "Ya verás Niania como será un niño". Además todo estaba preparado para un varón: un crucifijo para el bautismo y un gorrito con los lazos azules [...] Pero nació otra niña. La señora quedó tan decepcionada que no quiso ni mirarla, pero Fédia más tarde los consoló a los dos”

KOWALEWSKAIA, S. (1996): *Memorias de juventud*, Barcelona.



# Su infancia en el campo



La casa de Palibino



Mijaíl Ostrogradski

Palibino.  
Invierno de 1858

Bielorrusia

Castillo feudal

Inmensa. Bosques.  
Granja

Hojas litografiadas del cálculo diferencia e integral de  
Ostrogradski

Fórmulas

Fascinada

Profunda huella



## Su infancia en el campo



- Las páginas del Profesor Mijaíl Ostrogradski de cálculo diferencial e integral.
- "*... Esas hojas, salpicadas de extrañas e ininteligibles fórmulas, pronto atrajeron mi atención. ...*
- *... Recuerdo, durante horas, parada ante esa misteriosa pared, tratando de descifrar algunas frases aisladas, y descubrir el orden que debían seguir las hojas.*
- *...incluso el texto, que me resultaba entonces incomprensible, dejó una huella profunda en mi mente*



# Su educación



A los cinco años ya componía versos

Aprendió a leer a los seis años

Piano

Tutor: Joseph Malevich

Institutriz: Margarita Smith, (o Fránzovna, o Frantsevna)

Perfecta señorita

Peleas con Aniuta

Prohibidos los castigos corporales

Humillación psicológica

Poesía. Lectura

A los doce años: Institutriz suiza

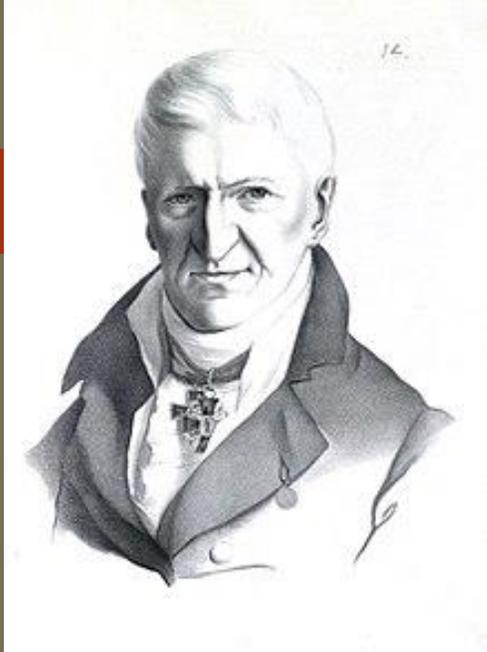


- “El ritmo de los poemas ejercía sobre mí un efecto tan maravilloso, que desde la edad de cinco años ya componía versos”
- “Como la mayoría de los niños que crecen en soledad, yo me había creado un mundo imaginario lleno de sueños y fantasías, cuya existencia nadie sospechaba. Amaba la poesía con pasión; sólo la forma, la medida del verso, me causaba un gran placer y devoraba ávidamente los fragmentos de poesías rusas que caían en mis manos”
- “Junto al salón está la biblioteca, y allí sobre los sofás y las mesas se encuentran desperdigadas novelas extranjeras y revistas rusas [...] me encuentro en un estado de hambre crónica por la lectura. Y aquí, al alcance de la mano, ¡tanta riqueza! ... ¡cómo no dejarse tentar!”

# Su tío paterno

## Pedro Wassiliewitch

*“Así, a través de él oí hablar sobre la cuadratura del círculo, asíntotas y muchas cosas semejantes cuyo sentido desde luego no comprendía, pero que influían en mi fantasía y me inspiraron una especie de pasión por las Matemáticas, para mí era una ciencia superior y enigmática que revela a quienes la dominan un mundo nuevo y maravilloso al que la mayoría de los mortales no tienen acceso”*



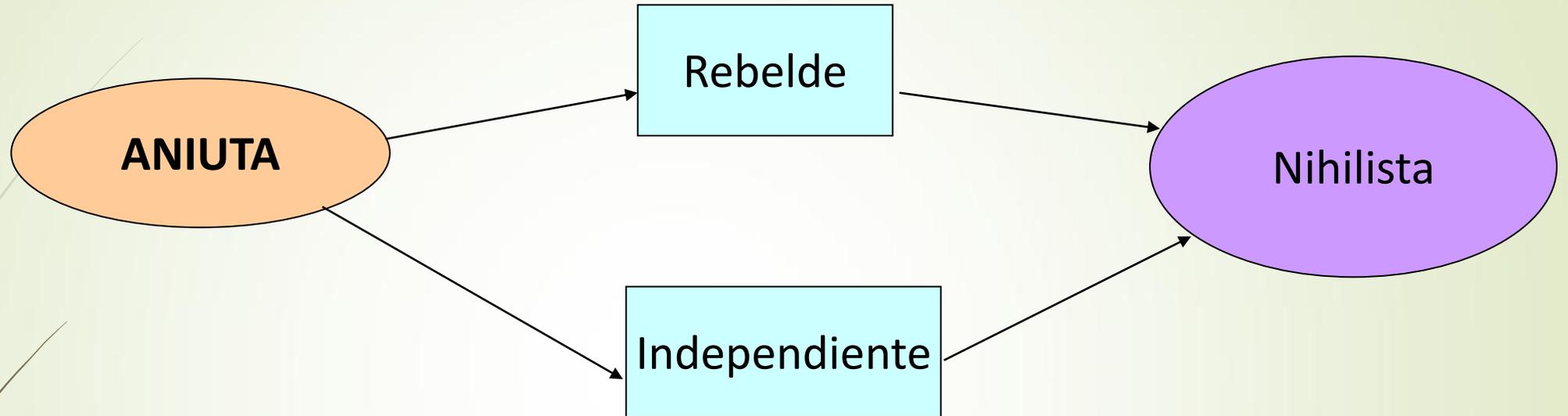
# Su tío materno

## Teodor Shubert

T. Shubert

*“...me habla de infusorios, floras marinas y arrecifes de coral; aunque esa Ciencia es muy nueva, no ha pasado mucho tiempo desde que dejó la universidad: lo relata muy bien y se divierte al verme escuchar extasiada, con los ojos muy abiertos fijos en él”.*

## Su hermana

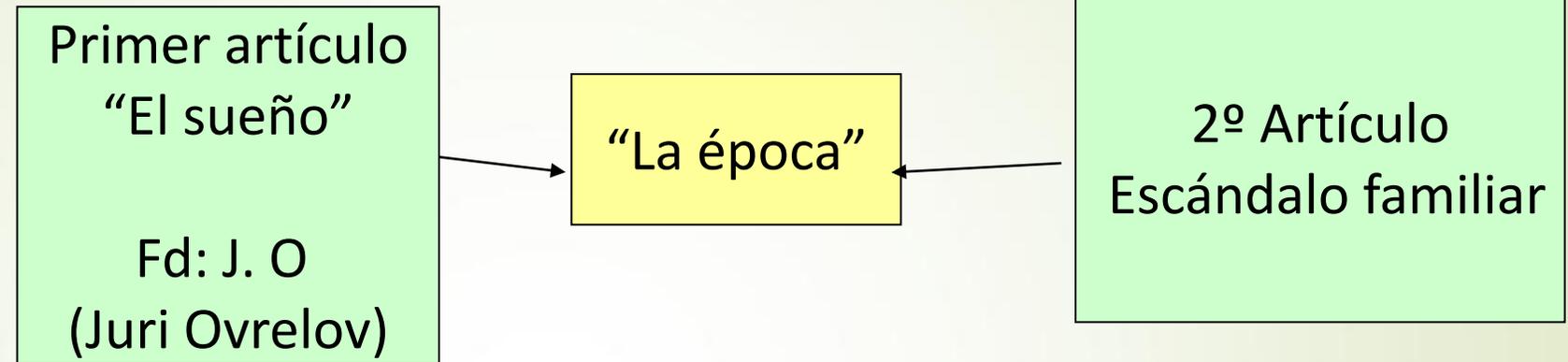


*“Cambia incluso exteriormente, se viste con ropa negra, sencilla, con el cuello a caja, y el pelo recogido en una red. Solo habla de bailes y de placeres con desprecio. Pasa la mañana dando clases de lectura a los niños de los criados o hablando tranquilamente con los campesinos que encuentra en sus paseos.”*

# Su hermana



Anna Korvin-Kroukovskaia,



➤ Su padre dice a Aniuta:

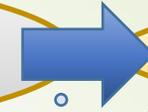
*"Una hija que se escribe con un desconocido insulta a su padre y a su madre, y si además recibe dinero de él, es capaz de todo. Hoy vendes tu prosa, el día de mañana te venderás a ti misma."*

# Primeros pasos matemáticos



Sonia adolescente

Malevich le enseñó Álgebra y Geometría



Demostración

Primo

A los 13 años se hizo con el “Álgebra” de Bourdon, que leía por las noches

Lo estudió

Profesor de la Academia Naval de San Petersburgo

¡No lo sé!

A los 14 años, Nikolai Nikanorovich Tyrtov dejó una copia de su nuevo libro de Física

Óptica

Razones trigonométricas

Seno

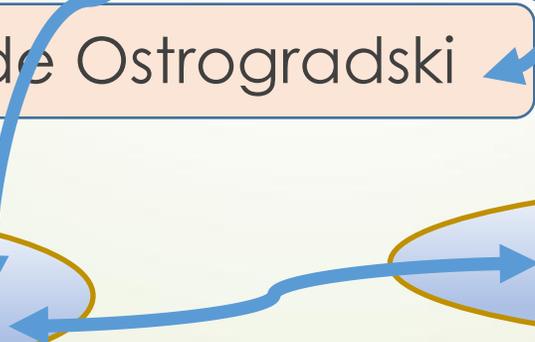
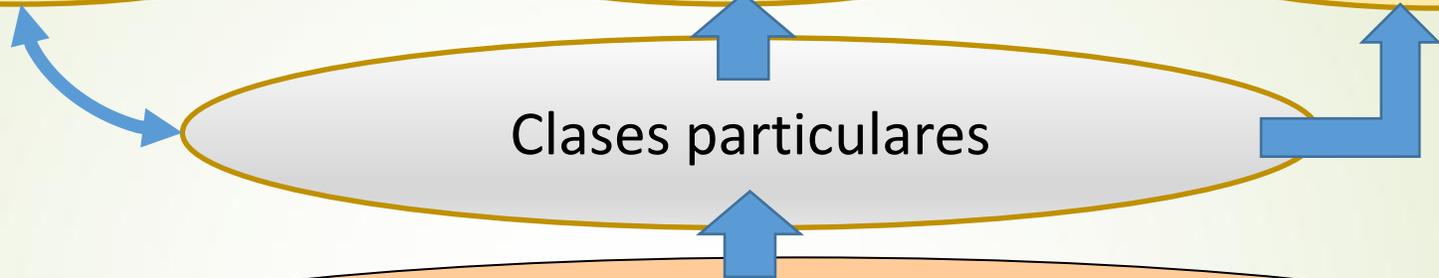
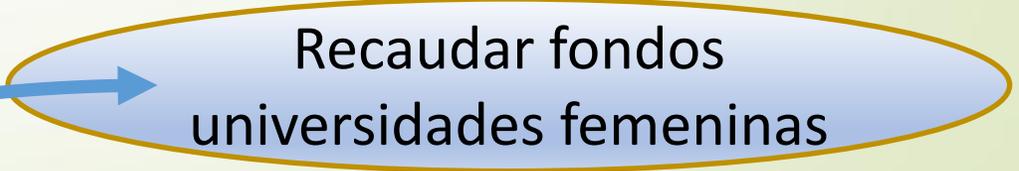
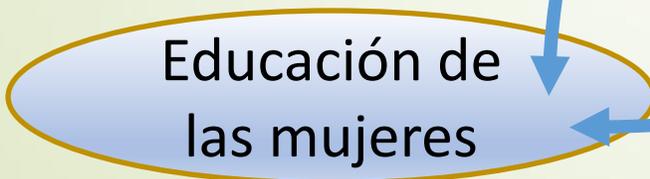
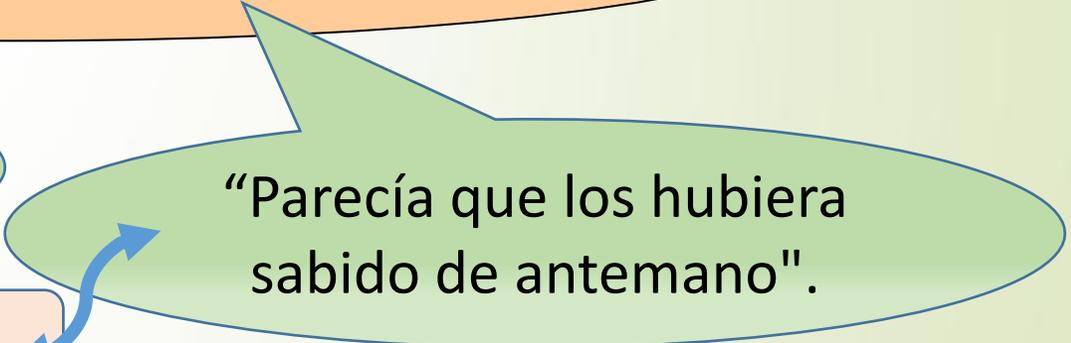
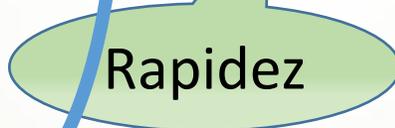
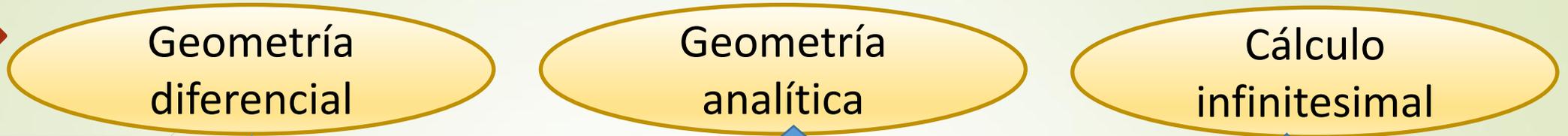
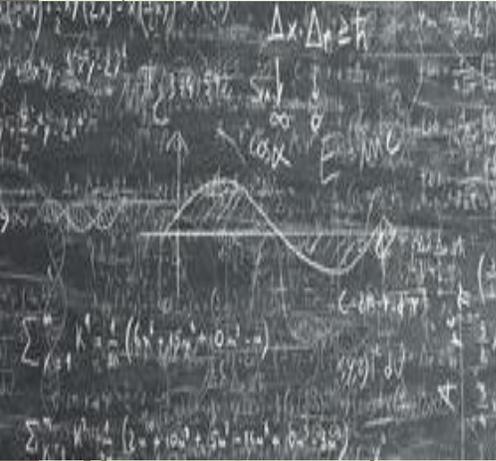
Arco seno

➔ Tyrtov quedó estupefacto y se dirigió al padre de Sonia para recomendarle que facilitara a su hija el estudio de las Matemáticas, explicando que su desarrollo sobre el concepto de seno *había sido el mismo con el que históricamente se había introducido en la Matemática.*

# Primeros pasos matemáticos



17





# Su relación con Dostoyevsky



Fiódor Dostoyevsky (1821 – 1881)

**ANIUTA**

Pidió la mano.  
Rechazado

La madre y las dos hijas fueron una temporada a Suiza en 1867

Se casó con Anna Grigórievna Snítkina el 15 de febrero de 1867

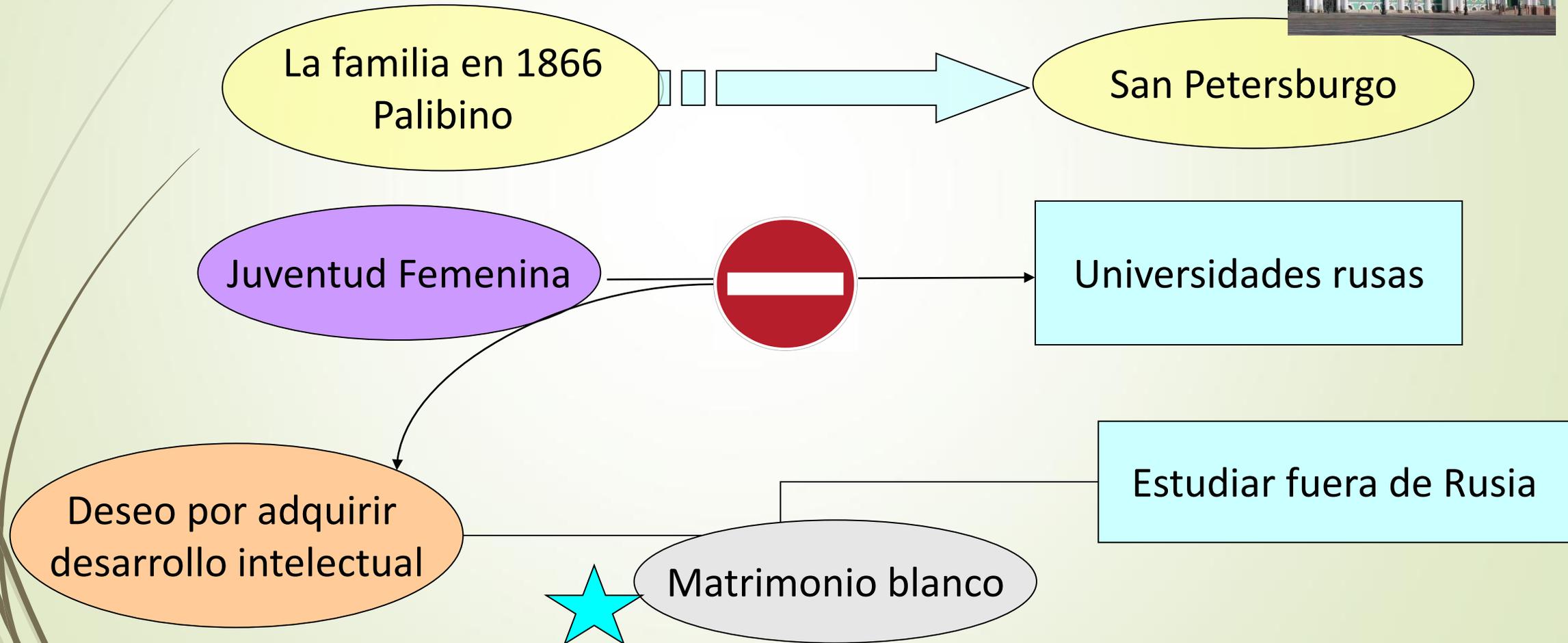
F. Dostoyevsky



- *"¡Qué amable vuestra hermanita!, dijo de pronto, de una forma inesperada, [...] Me ruboricé de alegría, y mi corazón rebosó de agradecimiento a mi hermana, cuando, en respuesta al comentario de Fiodor Mijáilovtich ella le contó que yo era una niña inteligente y buena, la única de la familia que la había ayudado y estaba de su parte. Se animó elogiándome, asignándome méritos imaginarios, y terminó por confiar a Dostoyevsky que escribía versos que "no eran nada malos para mi edad", y, a pesar de mis débiles protestas, sacó un cuaderno lleno de mis poesías, del cual Fiodor Mijáilovtich leyó algún fragmento. Y me hizo un cumplido con una sonrisa"*

KOVALEVSKAYA, S. V. (1890): *Memories of Childhood*, "Vestnik Evropy".

# Un matrimonio "blanco"





# Un matrimonio "blanco"



# Un matrimonio "blanco"

Sonia acompañaba a Aniuta y sus amigas y compartía sus ideas

El primer candidato fue un joven profesor.  
Su respuesta fue un no rotundo

El segundo fue un estudiante, inteligente, de buena familia  
que quería estudiar en Alemania

Aceptó el juego pero  
su respuesta las desconcertó



Vladimir Kovalevski



# Un matrimonio "blanco"

22

Estrategia para que su padre admitiera a Vladimir

*Perdóname papa; estoy en casa de Vladimir y te suplico que no te opongas a nuestro matrimonio*

La boda se celebró en Palibino  
el 27 de septiembre de 1868



# Su estancia en Heidelberg

23



San Petersburgo

Seis meses en San Petersburgo

En la primavera de 1869 fueron a Viena



Viena

Pero tampoco estaba permitido el acceso de las mujeres a la Universidad

Se establecen en Heidelberg

La admiten de oyente



Heidelberg

Estudia durante año y medio con los profesores:

Física: Gustav Robert Kirchhoff (1824-1887)  
Matemáticas: Leo Königsberger (1837-1921) y Paul DuBois-Reymond (1831-1889)



# El verano en Inglaterra

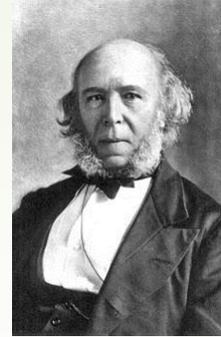
Conocieron a:



Mary Ann Evans (1819-1880). G. Eliot



Charles Darwin



Helbert Spencer (1820-1903)



Thomas Huxley (1825-1895)

- En el diario de George Eliot publicado por M. Crosse encontramos esta nota del 5 de octubre de 1869:
- *"El domingo recibimos la visita de una interesante pareja rusa, el Señor y la Señora Kovalevski: ella una encantadora y modesta criatura de atractivos modales y conversación, estudia matemáticas en Heidelberg gracias a un permiso especial obtenido con la ayuda de Kirchhoff; el, un hombre simpático e inteligente dedicado especialmente a la geología".*
- Eliot y Sonia se hicieron amigas y más tarde Sonia escribió sus *Recuerdos de George Eliot* publicados en Rusia en 1886.

# Su estancia en Heidelberg



25



Julia Lermontova

- Durante el siguiente semestre la pareja siguió en Heidelberg con una amiga Julia Lermontova.
- En palabras de Julia Lermontova:
- *“Desde el principio Sofía captaba la atención de todos; el célebre profesor Kirchhoff de Königsberg, con el que ella seguía los cursos de física, hablaba siempre de ella como de una persona excepcional. Su nombre se propagó tan rápidamente en la ciudad que a veces la gente se paraba en la calle para ver pasar a la célebre rusa. Un día ella entró riendo y me contó que una campesina, con un niño en los brazos, se había parado delante de ella, diciendo en alto: “Mira, mira, la joven que trabaja tan bien en la escuela”.*

*Biografía de Sonia Kovalévskaya. A.-Ch. Leffler*

LEFFLER, Anne-Charlotte (1895): Sonja Kovalevsky, Leipzig

# Su estancia en Heidelberg



26

Vladimir Kovalevski

Julia Lermontova

También fueron a vivir Aniuta y Zanna Evreinova

Se fue a Jena

Cada vez más mujeres

Terminó el doctorado

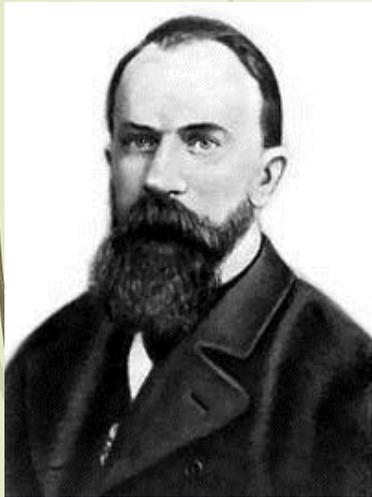
Paleontología Evolutiva

Lo tradujo al ruso

Seguidor de Darwin

Tesis: *Sobre la osteología de los Hyopotamidae*

Tan rápido que la versión rusa antes que la original



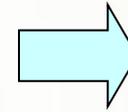
Vladimir Kovalevski

# En Berlín

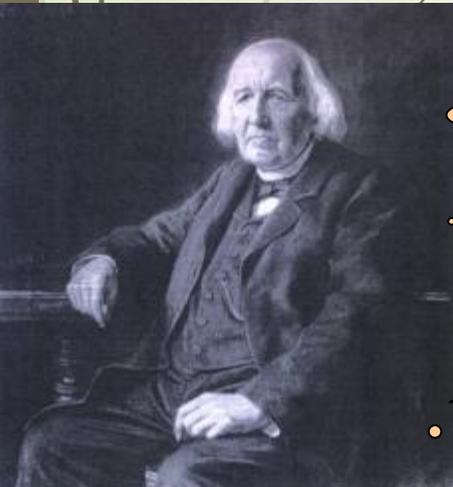
En otoño de 1870 Sonia decidió ir a Berlín para estudiar con **Weierstrass**



Acceso de las mujeres a las actividades universitarias. Ni escuchar conferencias



Le pidió clases particulares



Karl Weierstraß 1815–1897

Perplejo

La puso a prueba

Impresionado por su talento

Una semana más tarde

Soluciones exactas

Ingeniosas

Claras y originales



Karl Weierstrass  
1815 -1897

# Cursos con Weierstrass

Inviernos de 1870 - 71 y 1872 - 73: Funciones elípticas.

Veranos de 1871 y 1873: Sobre problemas de geometría y mecánica resolubles utilizando funciones elípticas.

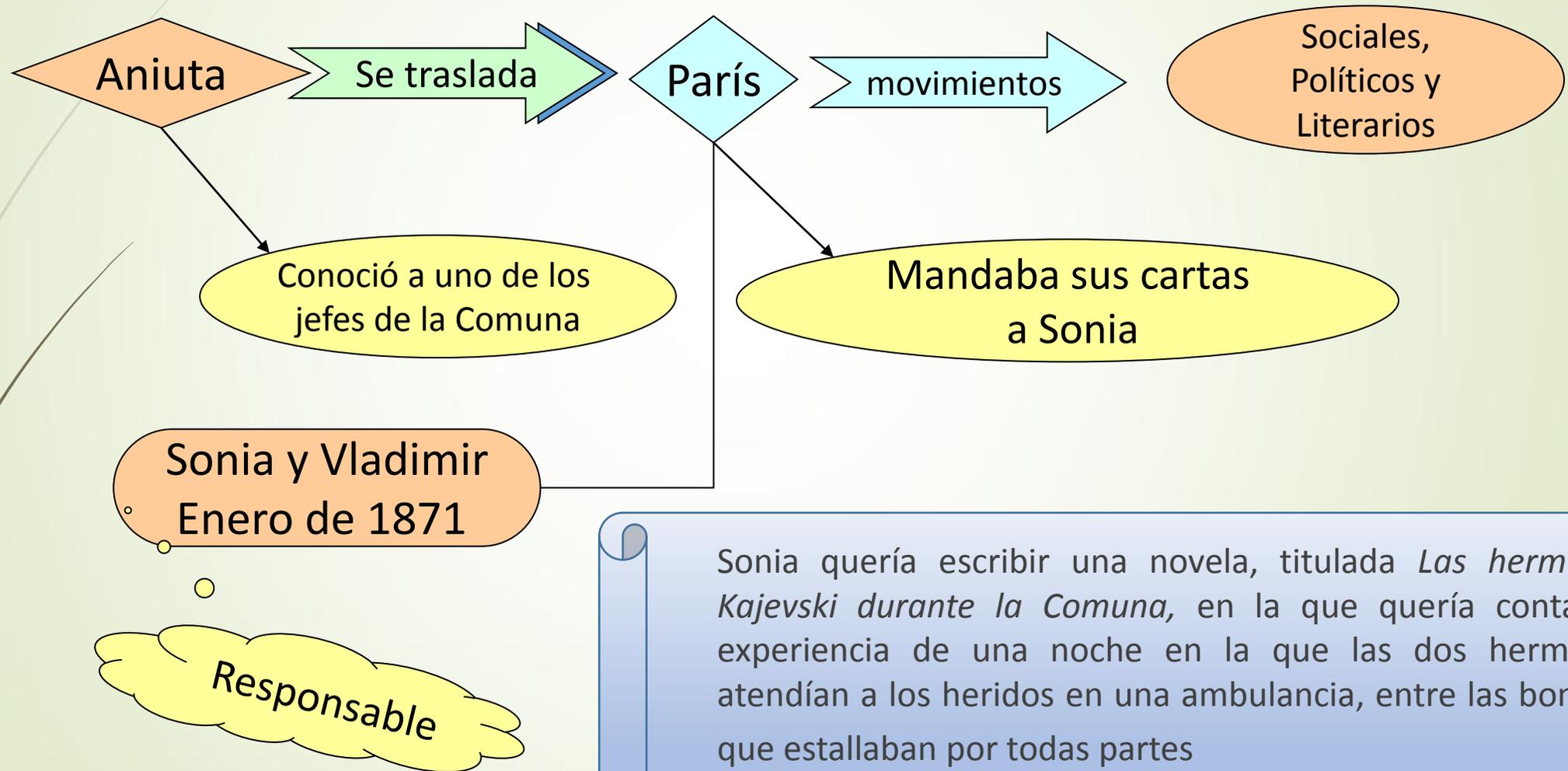
Inviernos de 1871 - 72 y 1873 - 1874: Funciones abelianas.

*Un itinéraire mathématique.* Jacqueline Détraz

Détraz, J. (1993): *Kovalevskaja. L'aventure d'une mathématicienne*, Paris.

# En la comuna de París

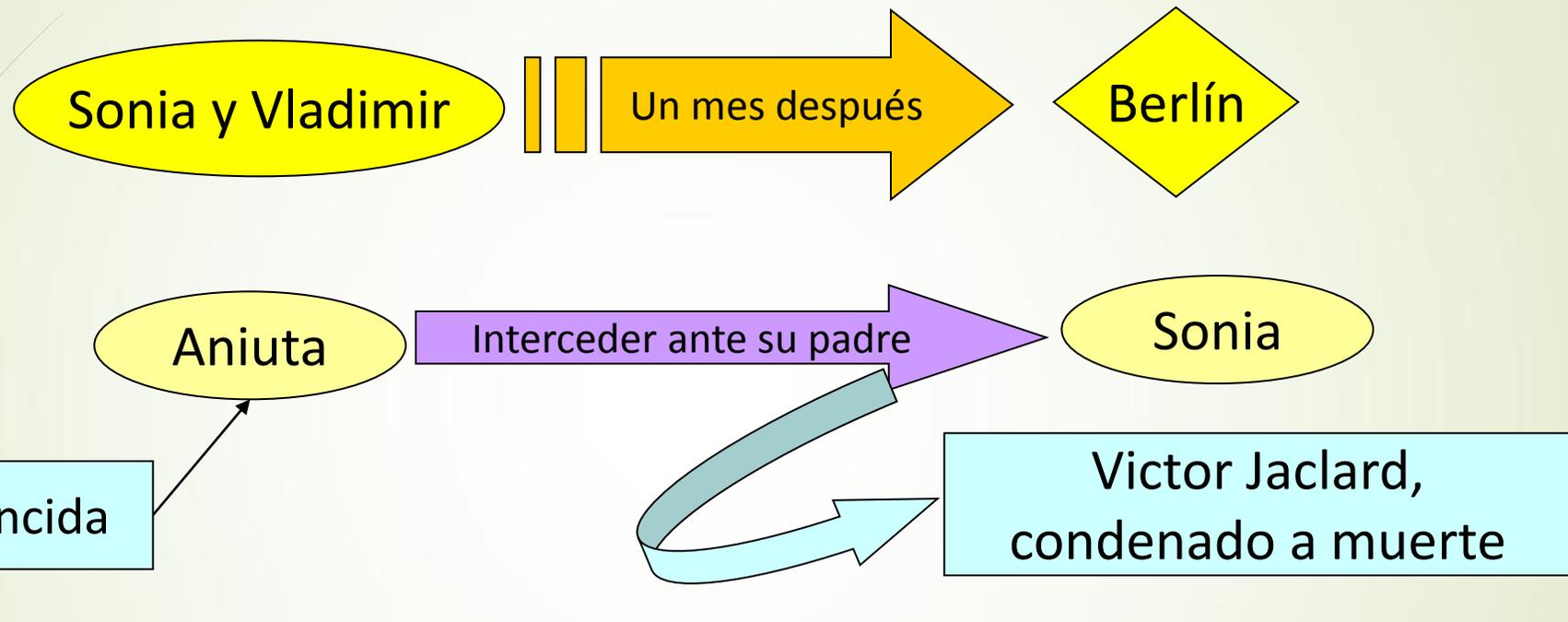
29



Sonia quería escribir una novela, titulada *Las hermanas Kajeovski durante la Comuna*, en la que quería contar la experiencia de una noche en la que las dos hermanas atendían a los heridos en una ambulancia, entre las bombas que estallaban por todas partes

# En la comuna de París

30



En este momento el general Krukovski tomó conciencia de la realidad de la vida de sus hijas:

*"...la mayor estaba viviendo con un hombre con el que no estaba casada, y la pequeña estaba casada con un hombre con el que nunca había convivido."*

*Biographie de Sonia Kovalevskaja. A.-Ch. Leffler*



# Al fin doctora

31

Padre del Análisis Matemático

Weierstrass

Durante cuatro años

Alumna particular

Otoño 1974

Trabajos suficientes para un doctorado

En Berlín, imposible

Fuchs

Universidad de Göttingen

Más tolerante

Múltiples objeciones

Le concedieron **"In absentia"** el Doctorado de Filosofía en Matemáticas de la Universidad de Göttingen, con 24 años, con la calificación de sobresaliente *Cum Laude*.

Primera mujer europea en recibir un doctorado en Matemáticas

Química

Julia

Y otras mujeres matemáticas



Lazarus Fuchs



- *“En cuanto a la formación matemática de la Señora Kovalévskaya en general, yo puedo aseguráros que he tenido pocos alumnos con los que pueda comparar su capacidad intelectual, su energía y su entusiasmo para la ciencia”*

Carta que Weierstrass escribe a Fuchs, presentando los resultados de Sonia para obtener su doctorado

► Los tres trabajos de su tesis:

*“Sobre la teoría de las ecuaciones en derivadas parciales”* obra en la que aparece el **teorema Cauchy-Kovalevsky** sobre la existencia y unicidad de esas ecuaciones.

**Crelle’s Journal** für die reine und angewandte Mathematik, 80, (1875), 1-32.

*“Sobre la reducción de una determinada clase de integrales abelianas de tercer orden a integrales elípticas”*

Acta Mathematica 4, (1884), 392 – 414.

*“Suplementos y observaciones a las investigaciones de Laplace sobre la forma de los anillos de Saturno”*

Astronomische Nachrichten 111, (1885), 37 – 48.



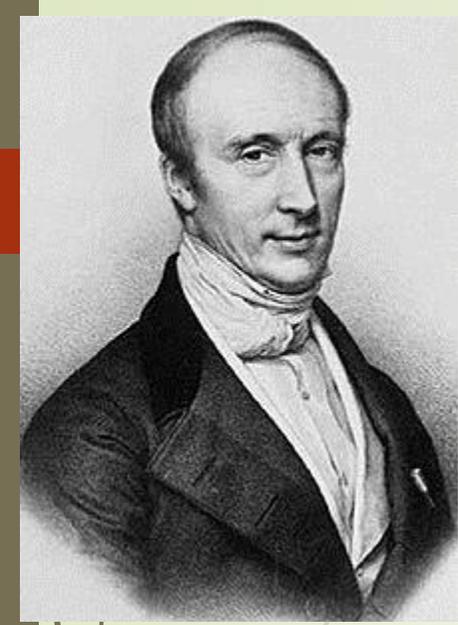
Vida  
triste y  
gris

- ▶ En palabras de Julia:
- ▶ "Ella dormía poco y siempre con un sueño agitado; despertaba a veces sobresaltada por algún sueño fantástico; y me contaba sus sueños que eran siempre curiosos o interesantes y tenían a menudo un carácter visionario a los que Sonia daba un significado profético que por lo general se cumplía.
- ▶ Nuestra vida en Berlín no tenía en su conjunto ningún encanto; mal alojadas, mal alimentadas, privadas de aire y de distracciones, agotadas por el trabajo...
- ▶ Sonia, después de haber obtenido el grado de doctor en otoño de 1874 se encontró tan extenuada de cuerpo y de espíritu, que cuando volvió a Rusia fue incapaz, durante mucho tiempo de realizar un trabajo intelectual"

# Teorema de Cauchy-Kovalévskaya

## Resumen

- El **teorema de Cauchy-Kovalévskaya** formaba parte del trabajo por el que obtuvo el doctorado.
- Fue publicado en *Crelle's Journal* en 1875.
- Es un teorema de existencia y unicidad de soluciones de una ecuación en derivadas parciales de orden  $k$  con condiciones iniciales para funciones analíticas.
- En 1842 Cauchy había demostrado la existencia de solución de una ecuación en derivadas parciales de primer orden. En la misma época, Weierstrass, que no conocía los trabajos de Cauchy, demostró la existencia y "unicidad" de la solución para un sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias y propuso a Sonia extender estos resultados a un sistema de ecuaciones en derivadas parciales.
- Este teorema, elaborado independientemente del de Cauchy, generaliza sus resultados.



A. L. Cauchy

# Teorema de Cauchy-Kovalévskaya

36

## Antecedentes

En la época de Sonia las ecuaciones en derivadas parciales tenían algo más de 130 años

D'Alembert 1747

Ecuación de la cuerda vibrante

Laplace

Tratado sobre la gravitación universal

La **convergencia** de la serie no era un problema en el siglo XVIII

Método de coeficientes indeterminados

Mitad del siglo XIX, trabajos de Cauchy y Weierstrass

Los matemáticos

Estudio de las EDO y EDP abstractas y en teoremas generales

# Teorema de Cauchy-Kovalévskaya

37

- Una ecuación en derivadas parciales de orden  $k$  (a lo sumo) se escribe como:

$$F(x_1, x_2, \dots, x_n, \dots, \frac{\partial^{\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_n} f}{\partial x_1^{\alpha_1} \partial x_2^{\alpha_2} \dots \partial x_n^{\alpha_n}}, \dots) = 0$$

en donde  $F$  es una función dada, y se impone que:

$$\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_n \leq k$$

- Resolver esta ecuación es encontrar las funciones  $f$  que satisfacen esta relación para todos los valores de las variables  $x$ .
- Si se supone que  $F$  es analítica en un entorno de un punto, se busca una función  $f$  que también sea analítica

# Teorema de Cauchy-Kovalévskaya

- Añade condiciones iniciales a la ecuación general (problema de Cauchy). En el caso de una ecuación de orden  $k$ , fija una variable, por ejemplo,  $x_n = 0$  y respecto a ella impone la condición de que todas las derivadas parciales de orden menor que  $k$  sean funciones dadas.
- Estudia una situación que ella denomina “normal” y es que la derivada de orden  $k$ , respecto a  $x_n$  se puede expresar en función de las variables y las derivadas de orden menor que  $k$ .
- En la **primera parte** estudia el sistema analítico de EDP de  $n$  ecuaciones con  $n$  incógnitas  $f_1, f_2, \dots, f_n$ , encuentra una función mayorante y el sistema se reduce a una ecuación que resuelve explícitamente.
- En la **segunda parte** resuelve el problema de Cauchy cuando  $F$  es un polinomio y las funciones de las condiciones iniciales son analíticas en un entorno de  $0$ . Demuestra que existe una única solución analítica si el plano  $x_n = 0$  no es característico.

# Teorema de Cauchy-Kovalévskaya

39

- ▶ Un cambio de variable le permite reducirlo al caso anterior y establecer la existencia de una solución analítica para el problema local.
- ▶ Y por último mediante un **contraejemplo** demuestra que el problema analítico de Cauchy no siempre tiene soluciones analíticas si el plano de las condiciones iniciales es característico.
- ▶ Para el contraejemplo usa la ecuación del calor introducida por Fourier. Elige para  $t = 0$ , una función analítica en un entorno de cero, y expresa la posible solución como una serie doble de potencias utilizando el método de los coeficientes indeterminados, y demuestra que esta serie es divergente en todo punto no nulo.

**Con este ejemplo no solo se demuestra la limitación del método de los coeficientes indeterminados, sino que también resuelve el problema de la existencia de soluciones no analíticas.**

# Carta que Weierstrass escribe a Fuchs



L. Fuchs

- *"Una de sus memorias trata de la extensión del teorema sobre la integración de un sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias utilizando series de potencias que yo había establecido en mi memoria sobre las funciones analíticas ..."*
- *"Sin duda, ese problema merece un estudio profundo. Francamente, yo había pensado estudiarlo, por lo tanto estoy muy satisfecho de que la Señora Kovaléskaya se haya interesado a fondo en este trabajo. Ella ha resuelto con talento, de la forma más simple y más completa todas las dificultades que se le han presentado."*

# Comentario de Henry Poincaré ●

41

- *“Kovalévskaya simplificó significativamente la demostración y le dio la forma definitiva.”*



Henry Poincaré

Roger Cooke en *“The mathematics of Sonya Kovalevskaya”*

# Teorema de Cauchy-Kovalévskaya

42

- ▶ “En el análisis final, Kovalévskaya dio forma definitiva a los teoremas sobre la integración de ecuaciones en derivadas parciales que se caracterizó por la precisión de expresión y el rigor, así como por la simplicidad de la demostración”

Nekrasov en *“On the works of S.V. Kovalenskaya in pure mathematics”*

# Teorema de Cauchy-Kovalévskaya

## Consecuencias

La investigación sobre ecuaciones en derivadas parciales ha tenido un desarrollo extraordinario, tanto en sus fundamentos como en sus aplicaciones.

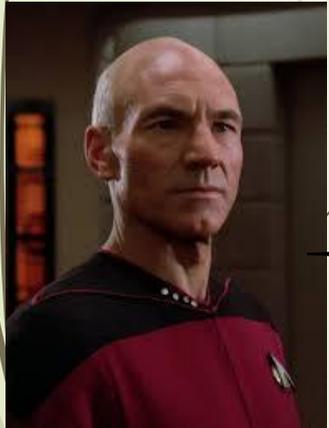
Una de sus mayores aplicaciones en la física cuántica

En 1890 utilizó el método de aproximaciones sucesivas  
Para encontrar soluciones no necesariamente analíticas

Las condiciones de existencia y unicidad locales han  
sido objeto de numerosos trabajos



E. Schrödinger



J. L. Picard



L. Hörmander premio Field en 1962

# Teorema de Cauchy-Kovalévskaya

44

- “El trabajo de S. Kovalévskaya sobre ecuaciones en derivadas parciales, elaborado independientemente del de Cauchy, generaliza sus resultados y establece unas demostraciones tan simples, completas y elegantes que son las que se exponen en la actualidad en los libros de Análisis”

Jacqueline Détraz (1993). *“Kovalevskaïa. L'aventure d'une mathématicienne”*. París: Ed. Belin



Weierstrass publicó en *Crelle*, en 1854 y 1856 dos artículos sobre funciones abelianas

# Funciones abelianas

Niels Henrik Abel (1802 – 1829)

- El primer contacto de Sonia con la investigación bajo la dirección de Weierstrass fue el estudio de las funciones elípticas y abelianas.
- Las integrales abelianas, llamadas así en honor a Abel, generalizan las integrales elípticas e hiperelípticas.
- Son  $\int_a^x R(t, y) dt$ , donde  $R(t, y)$  es una función racional, y las variables  $t$  e  $y$  están relacionadas por una ecuación polinómica,  $f(t, y) = 0$ .
- Si  $f(t, y) = y^2 - P(t) = 0$ , donde  $P(t)$  es un polinomio, que según su grado se denominan elípticas o hiperelípticas.
- Por ejemplo: La integral  $F = \int_0^x \frac{dt}{\sqrt{1-t^2}} = \arcsen(x)$  es elíptica, y  $x = \text{sen}(F)$  con periodo  $2\pi$ .



- “Su conocimiento sobre funciones abelianas suponía una prueba de su alto nivel de competencia matemática, que necesitaba demostrar por ser la primera mujer que aspiraba a un doctorado en Matemáticas. Este hecho la predestinaba a **demostrar la calidad de su trabajo más que cualquier hombre**”

## Antecedentes



A. M. Legendre

Legendre trabajó la tabulación de las integrales elípticas

Jacobi: (1832) Nuevos fundamentos para la teoría de las funciones elípticas.

En 1857 Riemann relaciona las integrales abelianas con las propiedades geométricas de la superficie de Riemann asociada a  $P(t, y)$ .



B. Riemann

Riemann y Weierstrass resolvieron simultáneamente el problema de la inversión de las integrales abelianas generales.

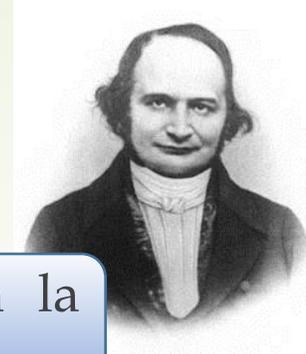
Análisis complejo

Geometría algebraica

Ecuaciones diferenciales

Asunto central en las Matemáticas

## Funciones abelianas



C. G. J. Jacobi



N. H. Abel

Abel considera la función **inversa**  $x(F)$ , y da a las variables valores complejos. **Integrales elípticas son meromorfas y doblemente periódicas.**

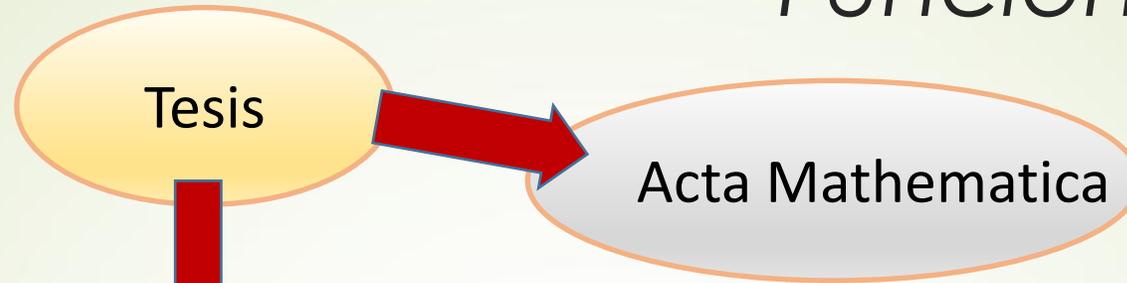
Una función **entera** con dos periodos independientes es constante

Pero hay funciones **meromorfas** con dos periodos independientes

- *“Aunque este trabajo requiere menos originalidad que los otros, coincidirá conmigo en que en él se demuestra un profundo conocimiento de las funciones abelianas, tema con el que la señora Kovalévskaya está completamente familiarizada. [...]*
- *Personalmente y sin dudarlo yo habría aceptado cualquiera de sus trabajos como tesis doctoral. Pero dado que es la primera vez que una mujer aspira a conseguir ese título en Matemáticas, no sólo la Facultad tiene razones para ser exigente, sino que también es el interés de la candidata y el mío propio. Y os pido firmemente que, en la decisión, no tengáis en cuenta el hecho de que me concierne también a mí”*

Carta que Weierstrass escribe a Fuchs, presentando los resultados de Sonia para obtener su doctorado.

Détraz, J. (1993): *Kovalevskaja. L'aventure d'une mathématicienne*, Paris.



Estudió los casos en los que las integrales abelianas de tercer orden pueden reducirse a integrales elípticas

Reemplaza un criterio trascendente por uno algebraico

Reconocimiento entre los matemáticos de la época



Pafnuti Lvóvich Chebyshev, Chebychev

- En **1880**, Chebycheb le encarga una conferencia para el **VI Congreso de Ciencias Naturales**. Sonia presenta un trabajo sobre las integrales abelianas.

# Funciones abelianas



50

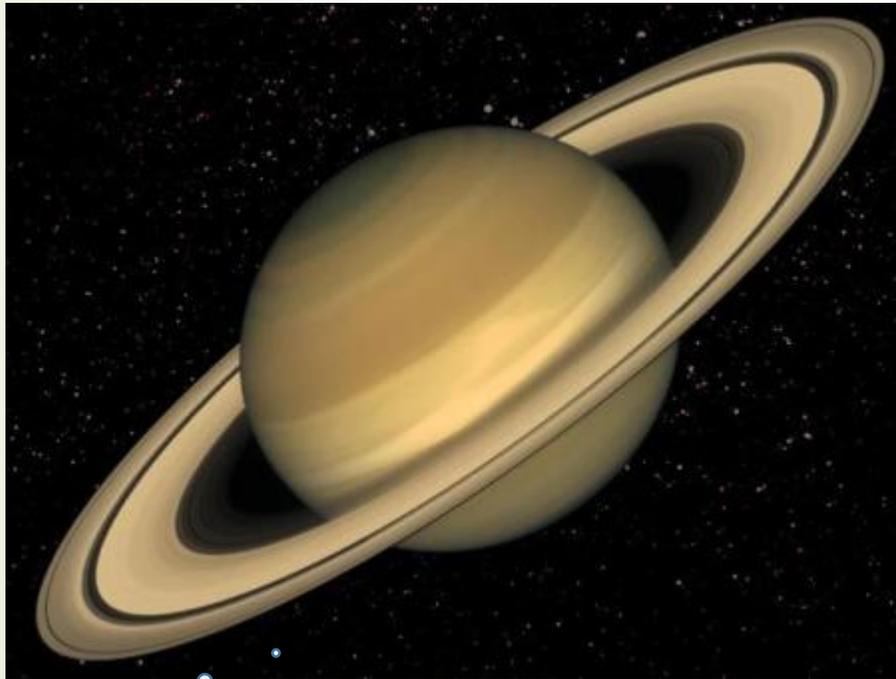


- “Es el trabajo de Kovalévskaya el que ha despertado mi interés por los temas que me he planteado”

Henri Poincaré en el análisis de sus propios trabajos sobre integrales abelianas

Roger Cooke en *“The mathematics of Sonya Kovalevskaya”*

# Forma y estabilidad de los anillos de Saturno



¿Homenaje a su bisabuelo?

- La tercera memoria presentada para su tesis en 1874 trata sobre los anillos del planeta Saturno.
- Fue publicada en la revista de Astronomía: *Astronomische Nachrichten* en 1885.

# Los anillos de Saturno

## *Antecedentes*

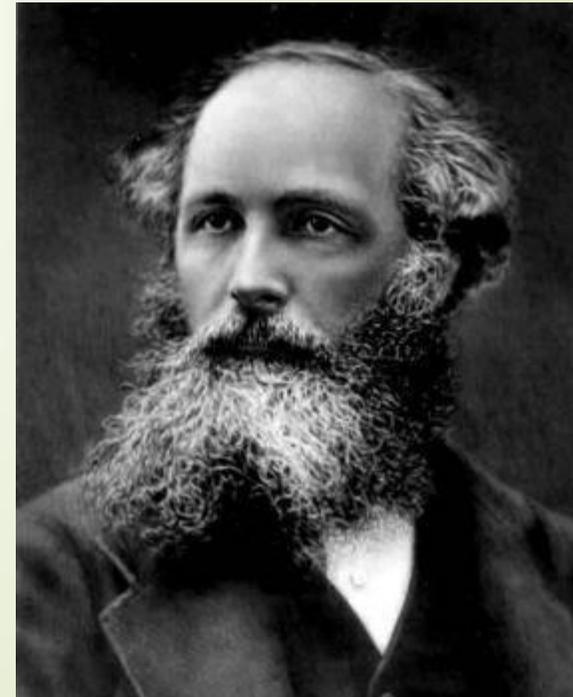


P. S. Laplace

En 1799, *Laplace*, en su tratado de *Mecánica Celeste*, había formulado las condiciones de equilibrio de fuerzas, suponiendo que los anillos eran fluidos, de sección elíptica.

Sin embargo en 1859, *Maxwell* había mostrado que era muy improbable que el anillo pudiera tener cualquier estructura continua como el trabajo de *Laplace* había postulado.

J. Maxwell



# Los anillos de Saturno



Forma oval

53

Sonia abandona la hipótesis de **elipticidad**

Desarrollo en serie de *Fourier*

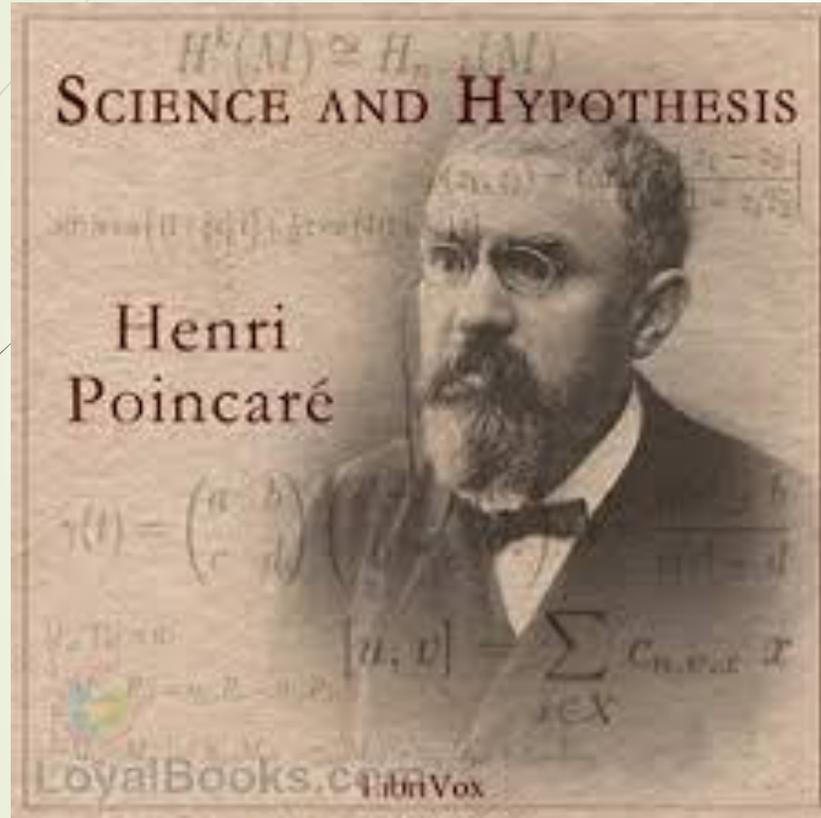
Sistema con infinitas variables

Funciones hiperelípticas

Método de aproximaciones sucesivas

- En un artículo que publicó comentaba que los últimos trabajos de Maxwell hacían poco aceptable la hipótesis de Laplace de la estructura líquida. Que estaban formados de partículas de hielo y rocas.
- Como posteriormente se ha demostrado en 1980 por los viajes de la sonda **Voyager I**, y la nave espacial **Cassini-Huygens** que alcanzó al planeta en 2004.

5 años



- “Las técnicas que he utilizado en este tratado son las mismas que había usado Kovalévskaya en su investigación sobre la forma de los anillos de Saturno”

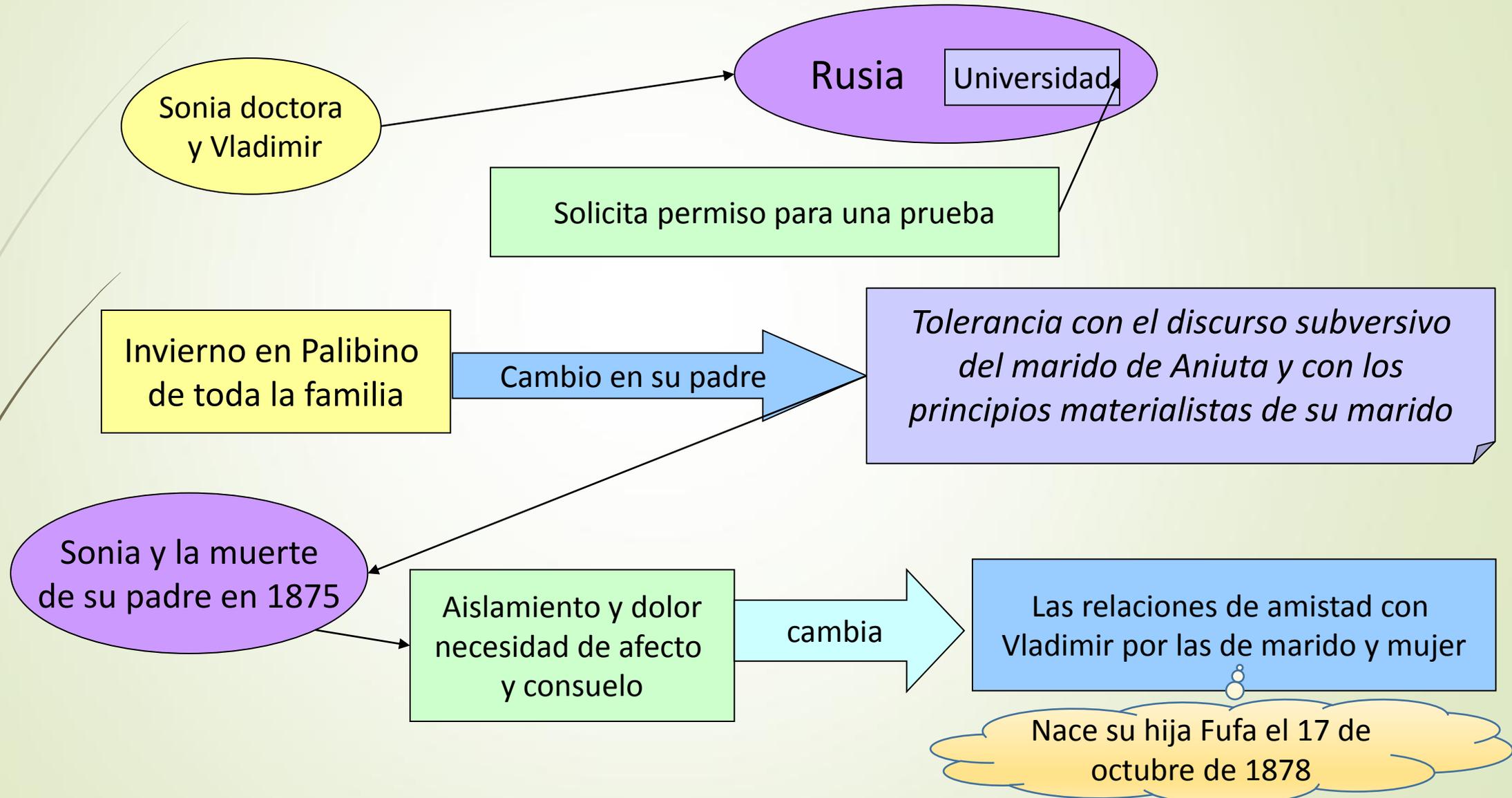
Comentario de Poincaré en su *“Hidrodinámica”*

Roger Cooke en *“The mathematics of Sonya Kovalevskaya”*



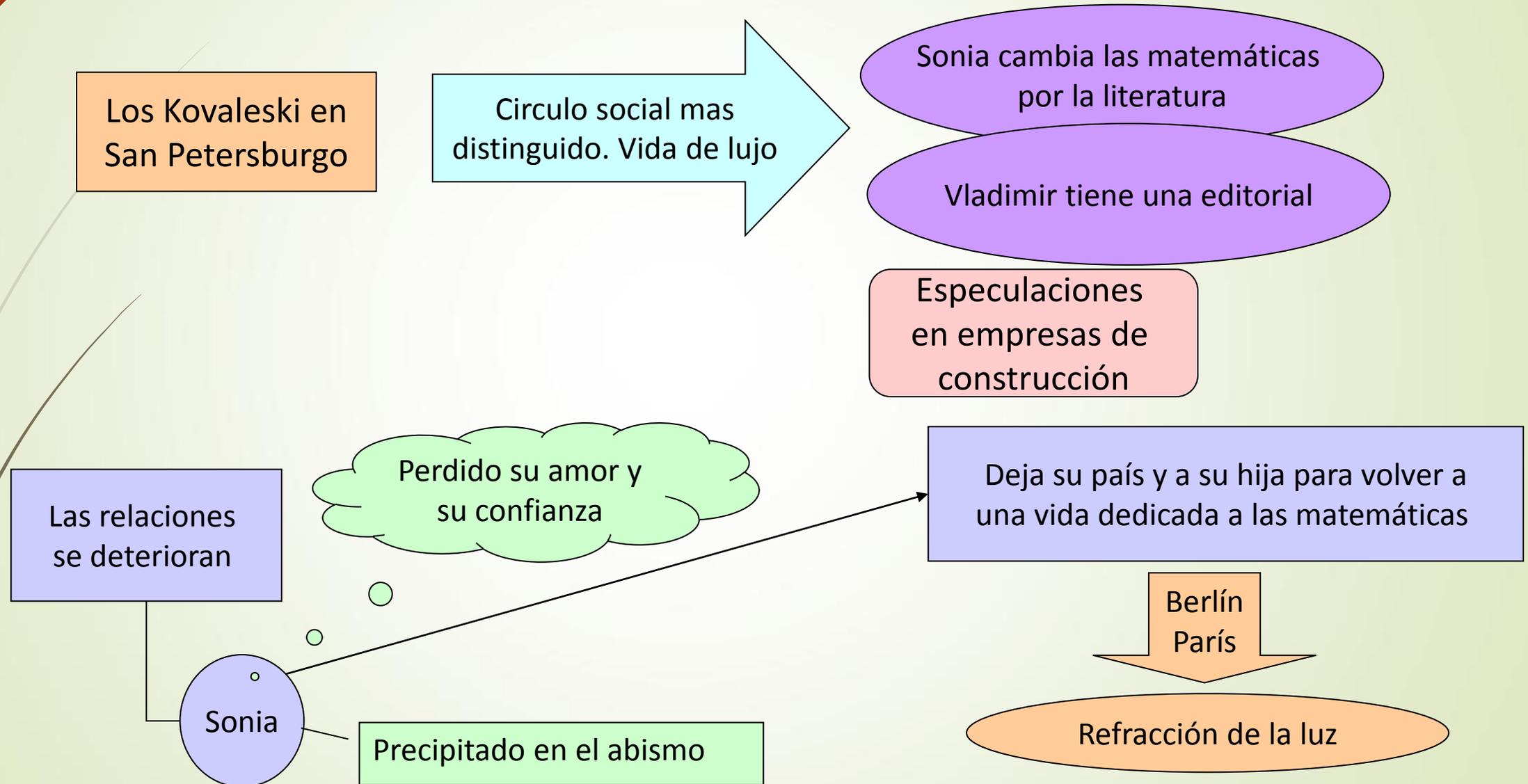
- "Muchos autores han comentado que el resultado más importante de Kovalévskaya sobre los anillos de Saturno ha sido determinar su forma oval"
- "Sin embargo en este trabajo ella planteó dos problemas importantes en matemática aplicada como son el **análisis de errores** y la **estabilidad** y también propuso, de manera heurística, **técnicas para resolver ecuaciones integrales**, que fueron desarrolladas de forma rigurosa por Hammerstein en 1930"

# Un paréntesis en su trabajo matemático



# Un paréntesis en su trabajo matemático

57



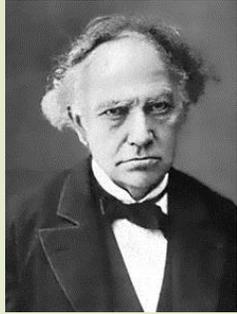
# Un paréntesis en su trabajo matemático



Moscú:  
tensas relaciones  
con Vladimir

A París con su hija

Conoció a Hermite,  
Poincaré, Picard  
Sociedad Matemática



C. Hermite

Muerte de  
su marido el 28  
de abril de 1883

Acusado de fraude  
se sintió engañado,  
su vida arruinada y  
se suicidó

Sonia  
15 de abril 1883  
Su hija en Rusia

Cae enferma, en un colapso,  
inconsciente durante varios días

Superar

Pide lápiz y papel  
para continuar con  
sus matemáticas



# Profesora en Estocolmo

17 octubre de 1878 nace Fufa

En 1878 escribe a Weierstrass

Molesto por 3 años de silencio

Escucharla y convencerla

Entre el público estaba Gösta Mittag-Leffler

Enero de 1880

Chebyshev

Conferencia en Sexto Congreso de Ciencias Naturales

Universidad nueva y progresista

- ➔ Mas tarde cuando fue nombrado profesor de la Universidad de Estocolmo, uno de sus primeros objetivos fue obtener una plaza para ella en esa Universidad.
- ➔ El **11 de noviembre de 1883** fue aceptada en la **Universidad de Estocolmo**.

# Profesora en Estocolmo



60



Sonia en la biografía escrita por Anne-Charlotte Leffler.

- El puesto docente que se le ofrecía durante ese primer año, en el que se pretendía probar su competencia, no era oficialmente remunerado, **la pagaban sus alumnos y a través de una suscripción popular.**
- Su llegada fue un acontecimiento que salió en la prensa y un periódico la saludaba como **“princesa de la ciencia”** a lo que ella replicó: **“¡Una princesa! Si tan sólo me asignaran un salario.”**



También recibió críticas, como la que se recoge en un artículo, de August Strindberg:

- "Una mujer profesora de matemáticas es un fenómeno pernicioso y desagradable incluso se podría decir que una **monstruosidad**; y su invitación a un país donde hay tantos matemáticos del sexo masculino cuyos conocimientos son muy superiores a los de ella sólo se puede explicar por la **galantería** de los suecos hacia el sexo femenino"

Sonia lo comentó en una carta que escribió desde Berlín a Mittag-Leffler en diciembre de 1884

- "He recibido de vuestra hermana como regalo de Navidad un artículo de Strindberg en el que prueba que del mismo modo que dos y dos son cuatro, una monstruosidad, como es que una mujer sea profesora de matemáticas, es perniciosa, inútil y desagradable. Encuentro que tiene razón en el fondo. El único punto con el que no estoy de acuerdo es que haya en Suecia **tantos hombres matemáticos** y que me hayan nombrado por pura **galantería**"



# Cursos que impartió en Estocolmo

62

Estaba totalmente dedicada al trabajo. Impartía las clases, supervisaba el trabajo de sus alumnos y continuaba con sus investigaciones. Impartió cursos entonces en la vanguardia de la investigación:

- Ecuaciones en derivadas parciales: 1884 y 1890
- Funciones algebraicas: 1885
- Funciones abelianas: 5 semestres de 1885 a 1887
- Teoría de potencial: 1886
- Movimiento de un cuerpo sólido: 1886 y 1887
- Curvas definidas por ecuaciones diferenciales: 1887 y 1888
- Funciones Zeta: 1888
- Aplicaciones de las funciones elípticas: 1888 y 1889
- Funciones elíptica: 1889
- Aplicaciones del análisis a la teoría de números: 1890
- Cursos de mecánica: todos los años. Para sustituir a Holmgren



A los 15 días ya  
hablaba sueco

## Su vida en Estocolmo

Buena acogida en la sociedad sueca.

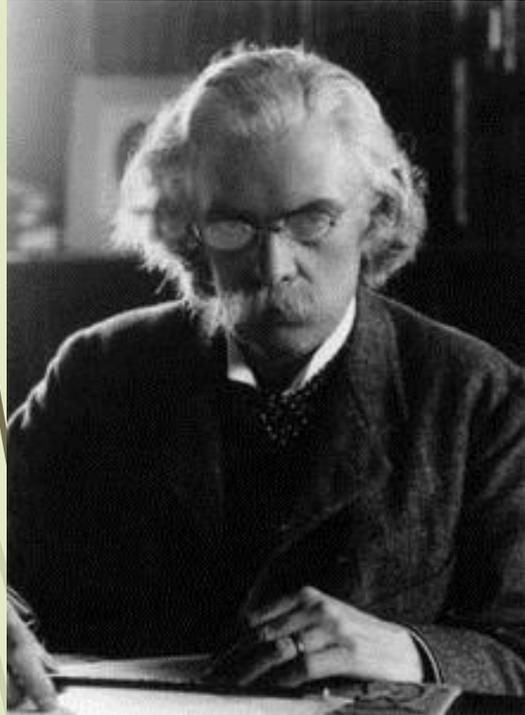


Alfred Nobel  
(1833 – 1896)

- ▶ En Estocolmo conoció a **Anne-Charlotte Leffler**, escritora y hermana de Mittag-Leffler.
- ▶ Compartían ideas sobre la emancipación de la mujer.
- ▶ Colaboraron en obras literarias
- ▶ Cuando Sonia murió, Anne escribió su biografía.
  
- ▶ Conoció a los **hermanos Nobel** que quedaron impresionados por su talento, su atractivo y sobre todo por su discurso interesante e ingenioso que hizo que sus amigos suecos la llamaran "*Miguel Ángel de la conversación*".
- ▶ En sus cartas a Mittag-Leffler le cuenta lo impresionada que estaba por las atenciones de los hermanos, pero que los consideraba demasiado mayores para ella y muy serios para su gusto.

# Su vida en Estocolmo

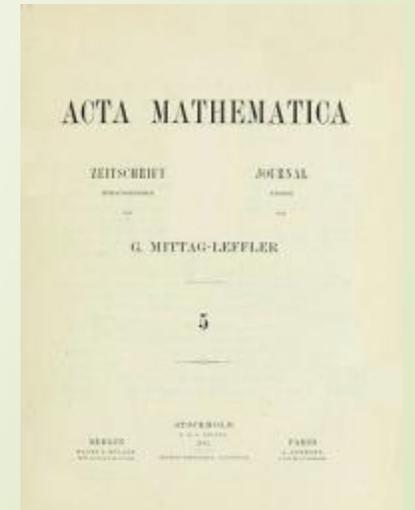
64



Gösta Mittag-Leffler

Primera  
mujer

- Mittag-Leffler la propuso para formar parte de la Academia de Ciencias de Suecia, lo que suponía que en los estatutos se debía cambiar la palabra "hombre" por "persona".
- Desgraciadamente Kronecker estaba ofendido con Gösta y con ella por que su 60 cumpleaños no había sido tan celebrado como el 70 aniversario de Weierstrass y escribió una carta a la Academia desestimando la nominación y finalmente no fue elegida.
- En 1884 fue redactora de la revista *Acta Mathematica* favoreciendo la publicación de artículos de autores extranjeros.



Portada de 1884

# Anne-Charlotte Leffler, duquesa de Cajanello



65



Anne Charlotte Leffler  
fian finge ad altima

- ▶ Ana Carlota nació el 1 de octubre de 1849.
- ▶ Tuvo tres hermanos: Gösta Mittag-Leffler, matemático, Arthur, arquitecto y Fritz.
- ▶ Escribió numerosas obras literarias, entre ellas una biografía de Sonia.
- ▶ En 1872 se casó con G. Edgren, aunque mantuvo su libertad para dedicarse a la literatura.
- ▶ A principios de 1888 fue a África con Mittag y su esposa, volviendo por Italia, donde conoció a un profesor universitario de Matemáticas en Nápoles, Pasquale del Pezzo, Duque de Cajanello.
- ▶ Después de divorciarse y tener dificultades con la familia por la diferente religión, se casó con el duque, en Roma, en mayo de 1890.
- ▶ Murió el 21 de octubre de 1893 de una peritonitis.

# Su vida en Estocolmo



66

Al principio la vida en Suecia le resultó agradable

Al segundo año ya daba las clases en sueco

Dio su primera clase el 30 de enero de 1884

En junio de 1884 contrato de profesor *extraordinario*, con duración de cinco años

*"Aún tendremos yo y mi hija la oportunidad de envejecer antes que las mujeres sean admitidas en la universidad"*

1889: Por fin, profesor permanente

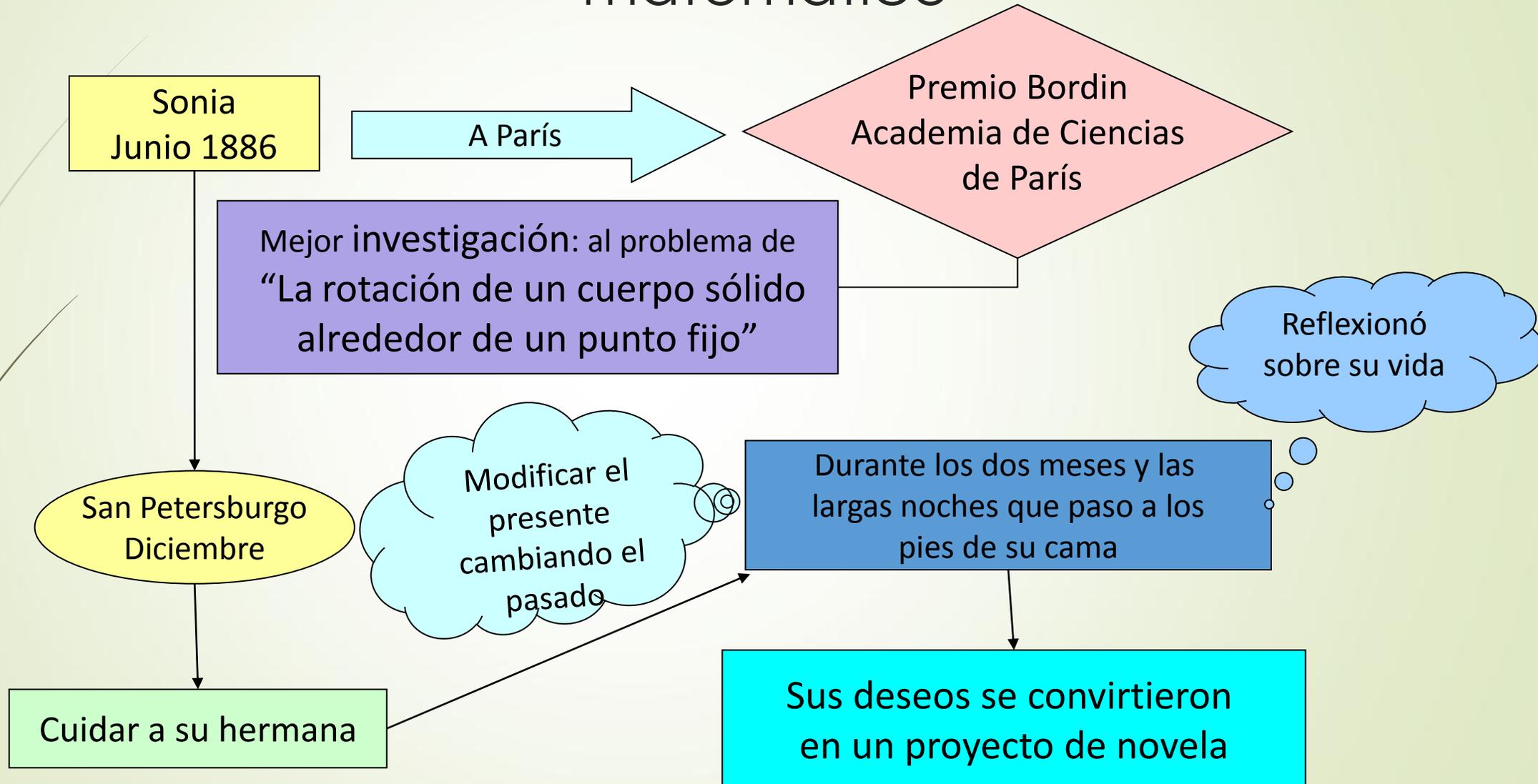
No pudo asistir a un curso en la U. Berlín

*"Desgraciadamente mi fuerte no eran las tablas de multiplicar"*

En 1886 consideraba Estocolmo como un exilio

*"La línea mas bella de ferrocarril que conozco es la que va de Estocolmo a Malmoe y la mas pesada, mas aburrida, mas fatigosa, la de Malmoe a Estocolmo"*

# Su actividad literaria y su mayor éxito matemático



# Su actividad literaria y su mayor éxito matemático



Sonia y Ana Carlota

Deciden escribir la obra juntas

Y formar una sociedad

Entusiasmadas tanto el proyecto como por la colaboración

La novela

Obra de teatro:  
"La lucha por la felicidad"

La ilusión

Les impidió ver los defectos de la obra que la veían como debería ser y no como era

En otoño

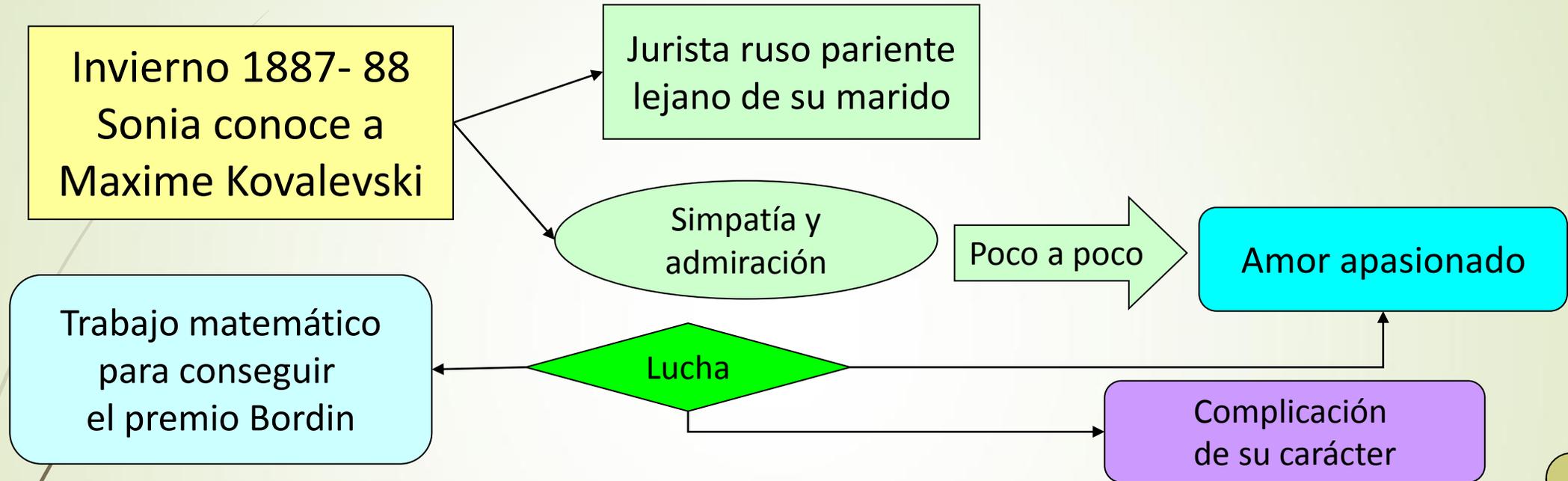
Mientras escribían la versión definitiva recibe la noticia de la muerte de su hermana

En Navidad

La obra estaba impresa pero debido a la mala crítica los teatros no la quisieron representar

# Su actividad literaria y su mayor éxito matemático

69



*“Su amor celoso y tiránico exigía del que amaba una dedicación tan absoluta, una dependencia tan completa, que sus exigencias sobrepasaban la medida de lo que el hombre podía dar. Además ella no podía dejar su posición como habría querido su amigo, y renunciar a su actividad personal para ser simplemente su mujer”*

# Su actividad literaria y su mayor éxito matemático

Deseo de fama y celebridad

Se interponía

En su relación con el hombre que amaba

SONIA

Lamentaba que la gloria que podía adquirir como matemática, obteniendo el premio Bordín no le servía para hacerse deseada.

*“Una cantante de ópera o una actriz que tiene éxito, conquista a menudo el corazón de un hombre, gracias a sus triunfos, decía Sonia; una mujer guapa admirada por su belleza en el salón, también triunfa por ello. Pero una mujer con los ojos rojos de tanto estudiar y con la frente surcada de arrugas para ganar un premio de la Academia de Ciencias.*

*¡Cómo puede cautivar la imaginación de un hombre!”*

# Su actividad literaria y su mayor éxito matemático

71

*“Le sorprende que yo esté trabajando simultáneamente literatura y matemáticas. Muchas personas que no han tenido nunca la oportunidad de aprender que son las matemáticas, las confunden con la aritmética y la consideran una ciencia árida y fría. El hecho es que es la ciencia que más imaginación necesita. Uno de los más grandes matemáticos de nuestro siglo dice muy acertadamente que **es imposible ser matemático sin ser un poeta de espíritu**. No hace falta decir que para comprender la verdad de esta afirmación uno debe dejar de lado los viejos prejuicios de que los poetas se dedican a “fabricar” lo que no existe, y que la imaginación es algo así como “maquillar las cosas”. A mí me parece que el poeta **debe ser capaz de ver lo que los demás no ven**, debe ver más profundamente que otras personas. Y el matemático debe hacer lo mismo”*

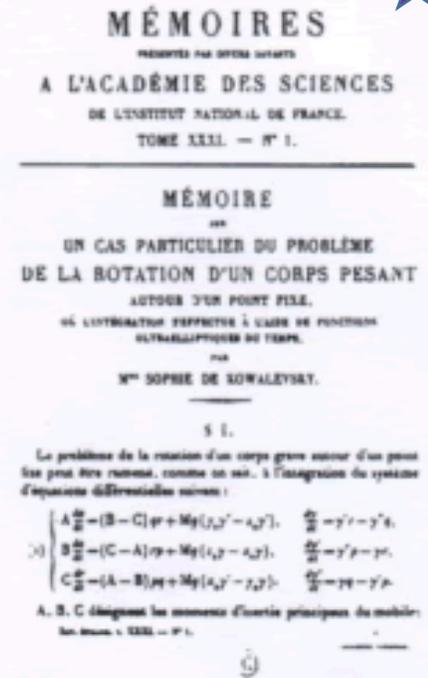
# El premio Bordin

La **Academia Prusiana de las Ciencias** en **1852**, un año después de la muerte de Jacobi, propuso el problema de la dinámica del giro del sólido para un concurso para años 1855 y 1858. Pero nadie se presentó y el premio quedó desierto.

La víspera de Navidad de **1888**, la **Academia de Ciencias de Francia**, le concedió, el **Premio Bordin** por su trabajo: "*Sobre el problema de la rotación de un cuerpo alrededor de un punto fijo*".

Se anunció que el trabajo ganador, escogido entre **15** presentaciones **anónimas** era tan original y elegante que se habían añadido al premio un suplemento de **dos mil francos**. De 3000 a 5000 francos.

En otoño de **1889** amplió y pulió esta memoria en dos trabajos. A uno de ellos la **Real Academia de las Ciencias de Suecia** le otorgó un premio de **1.500 coronas** y se publicó en el *Acta Mathematica*.



# Palabras del jurado que le otorgó el Premio Bordín

73

- *"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 utilizando los recursos de la moderna teoría de funciones theta que le permiten dar una solución completa del problema de la forma más precisa y elegante"*
- *"Además 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"*

# Rotación de un cuerpo sólido alrededor de un punto fijo



## Antecedentes



Leonhard Euler



Joseph Louis Lagrange

- ▶ El movimiento de un sólido alrededor de un punto fijo es uno de los problemas fundamentales de la **Mecánica clásica**.
- ▶ **Euler** entre 1736 y 1758 había resuelto el problema cuando el punto respecto al que gira es el centro de gravedad del sólido.
- ▶ Para ello obtiene seis ecuaciones diferenciales. Si  $w = (p, q, r)$  es la velocidad de rotación angular,  $g = (g_1, g_2, g_3)$  el vector unitario vertical, y  $(x_0, y_0, z_0)$  las coordenadas del centro de gravedad, Euler estudia el caso en que  $(x_0, y_0, z_0) = (0, 0, 0)$ . **Sistema autónomo**
- ▶ **Lagrange** en 1788 estudia el de un cuerpo de revolución que gira alrededor de un eje (como el giroscopio, la peonza o el péndulo), cuando  $x_0 = y_0 = 0$ , pero en la matriz de inercia  $I$ ,  $I_{11} = I_{22}$ .
- ▶ En estos dos casos se encuentra una solución completa, es decir, una fórmula que proporciona las funciones desconocidas del problema explícitamente mediante integración, en función del tiempo. El sistema se reduce fácilmente por la **inversión de una integral elíptica**.

- *“Desde entonces la **ciencia** daba valor a su vida; todo lo demás, la felicidad personal, el amor, la naturaleza y los sueños de la imaginación eran la locura; la solución de un problema científico era el objetivo más elevado que alguien se puede proponer, y poder compartir y discutir estas ideas intelectuales, suponía para ella, la cosa más bella del mundo”*

# El premio Bordin

76

Los manuscritos debían entregarse antes del 1 de junio de 1888.

Muchos problemas

Enfermedad y muerte de su  
hermana

Con dificultad logró terminar una versión de la memoria, que envió en plazo y forma a la Academia.

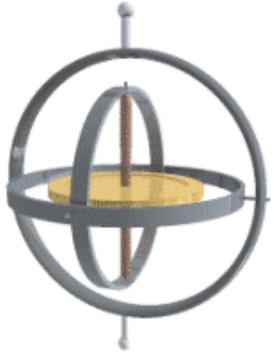
Solicitó poder entregar la versión definitiva antes de que comenzara el juicio. Lo que fue aceptado.

Las memorias eran anónimas. Llevaban un lema. El lema de Sonia era:

*“Di lo que sabes, haz lo que debes, llega a dónde puedas”*

Entregó la versión final antes del verano

# El premio Bordin



- *"Sonia Kovalévskaya encuentra un nuevo caso de integrabilidad, es decir un nuevo caso en el que es posible obtener, para las ecuaciones del movimiento de un cuerpo rígido alrededor de un punto fijo, una tercera integral algebraica, para condiciones iniciales arbitrarias"*
- *Su maestro Weierstrass, le expresa su alegría en estos términos:*
- *"No necesito decirles cuanto me alegro de vuestro éxito, así como mis hermanas y todos vuestros amigos de aquí. Para mí es una verdadera satisfacción; ahora los jueces competentes han dado su veredicto"*

# El premio Bordin



Sonia se da cuenta de que las soluciones de Euler y Lagrange podían verse como funciones de **variable compleja**, como funciones **meromorfas**.

Se preguntó si también en el caso **general** se obtenían siempre funciones meromorfas, y por lo tanto tenían un desarrollo en serie de Laurent.

Audacia

Consideró el **tiempo** como una **variable compleja**,  
contra toda intuición física

Entonces las seis funciones: componentes del vector velocidad angular y del vector unitario vertical, son funciones meromorfas del tiempo y determinó los casos.



Encontró que había un **tercer** caso en el que las *Ecuaciones de Euler* podían resolverse explícitamente, donde la matriz de inercia  $I$ ,  $I_{11} = I_{22} = 2I_{33}$ ,  $x_0 = y_0 = 0$

Lo estudiado por Euler y Lagrange resulta un **caso particular**

Encuentra el orden de los polos

Los primeros coeficientes los determina con la matriz de inercia, la posición relativa del punto fijo, y el centro de gravedad. Y el resto de coeficientes se deducen a partir de ellos.

Utilizando funciones theta de Jacobi lo resuelve de forma explícita



- Tuvo que usar propiedades de las **integrales abelianas**.
- Mediante muchos cambios de variable que, con **16** páginas de cálculos, llevaban a la conclusión de que el problema se podía resolver usando la teoría de las funciones elípticas.
- Mediante distintos cambios de variables encuentra un sistema de integrales hiperelípticas con un polinomio de quinto grado.
- No se contentó con eso.
- Determinó la solución final de las ecuaciones. La solución es tan complicada que ocupa **cincuenta** páginas de la memoria.



- *“La complejidad de las matemáticas de Kovalévskaya son un reflejo de la complejidad de la naturaleza de este caso: El caso de Kovalévskaya sigue siendo un movimiento misterioso hasta el momento, pero no mucho más simple que el de la rotación de un cuerpo rígido completamente arbitrario.*
- *Nosotros conocemos ahora la influencia de las ideas de Kovalévskaya en la Matemática del siglo veinte.*
- *En el caso del problema de la rotación, esta influencia se expresa en:*
- *1) estudiar las singularidades de las soluciones para determinar si una ecuación puede ser integrable, y*
- *2) el uso de funciones zeta para resolver ecuaciones diferenciales”*



- *“No es meramente un hallazgo accidental, afortunado. Al contrario, este descubrimiento es el resultado de un trabajo tenaz y persistente y de un conocimiento profundo en el campo de la matemática pura y del análisis”*
- *“El capítulo de la introducción que provocó objeciones de uno de los matemáticos de San Petersburgo, no tiene ningún papel esencial en la memoria, es algo añadido, no obstante es muy interesante porque describe el camino original seguido por la mente de Kovalévskaya para llegar a su descubrimiento”*



## Consecuencias

- ▶ **Liouville, Husson y Burgatti** probaron que **no existe ningún otro caso** que sea posible resolver mediante integrales primeras algebraicas.
- ▶ **Poinsot** hizo una aproximación geométrica del caso de Euler a partir de un giro del elipsoide de inercia sobre un plano fijo.
- ▶ **Klein** siguió ese camino.
- ▶ En el lenguaje moderno el sistema se escribe como un sistema diferencial de primer orden en una variedad de formas diferenciales utilizando **matrices** cuadradas para los coeficientes.



- ▶ “La importancia real de Kovalévskaya está en su trabajo por el que ganó el Premio Bordín, sobre la rotación de un sólido, en el que aplicó un **método matemático** a un problema físico. Me gustaría agregar que también sirve como un buen ejemplo del método analítico de la escuela matemática de Berlín en contraste con el geométrico de la escuela de Göttingen ejemplificado por el trabajo de Klein en los mismos temas”



*"Este trabajo completó de forma magistral los de Euler y Lagrange para resolver por integración de forma analítica las ecuaciones del movimiento"*

***"Más tarde Liouville, en 1897, demostró que no existe otro caso que sea posible resolver por integrales algebraicas"***

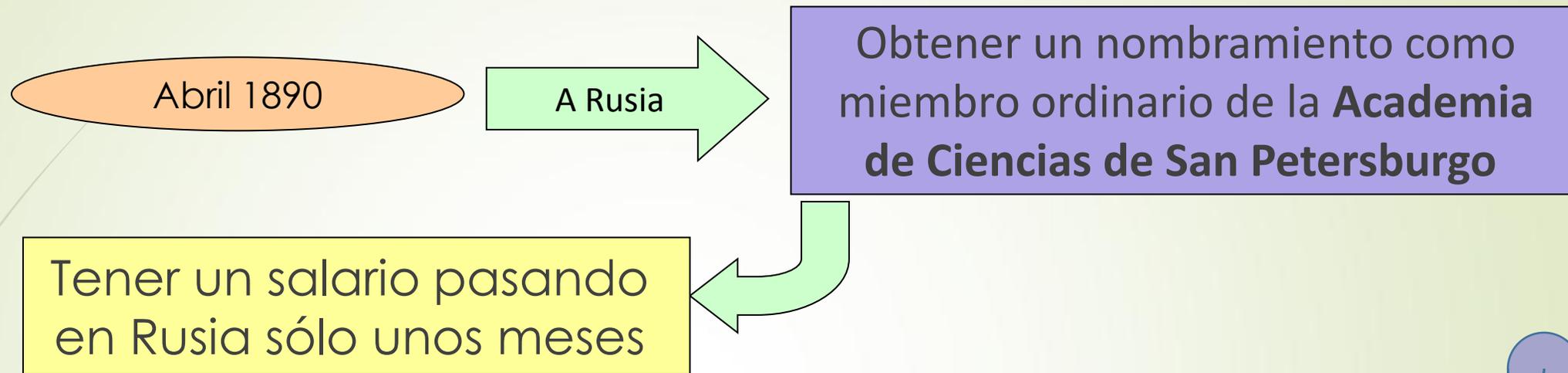


J. Liouville



- ▶ “El valor del trabajo de Kovaléskaya no sólo está en los resultados que consiguió y en la originalidad de su método, también despertó el **interés** por el problema de la rotación de un sólido por parte de investigadores de muchos países, en particular de Rusia”

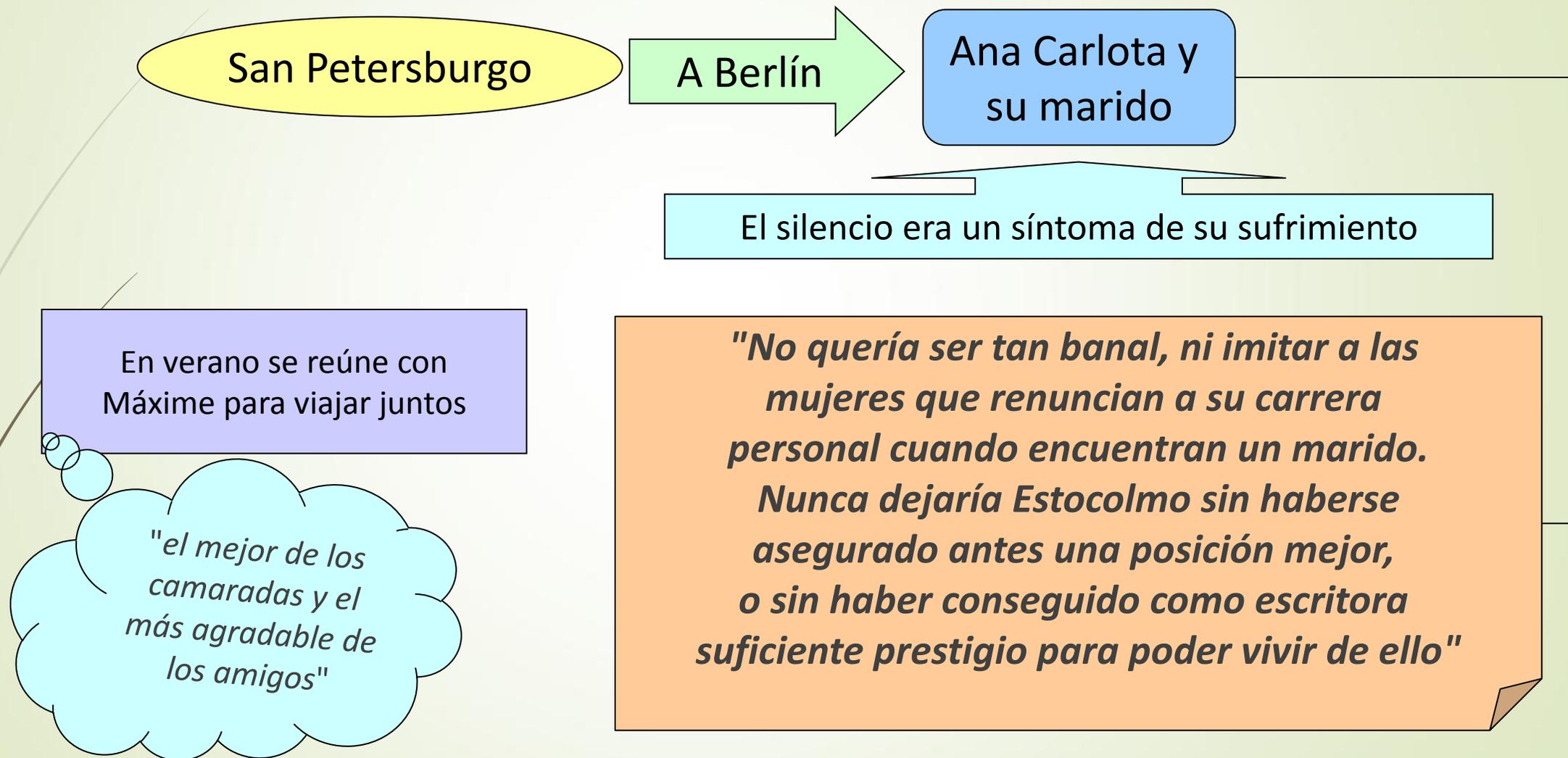
# El principio del fin



Carta del ministro del interior ruso:

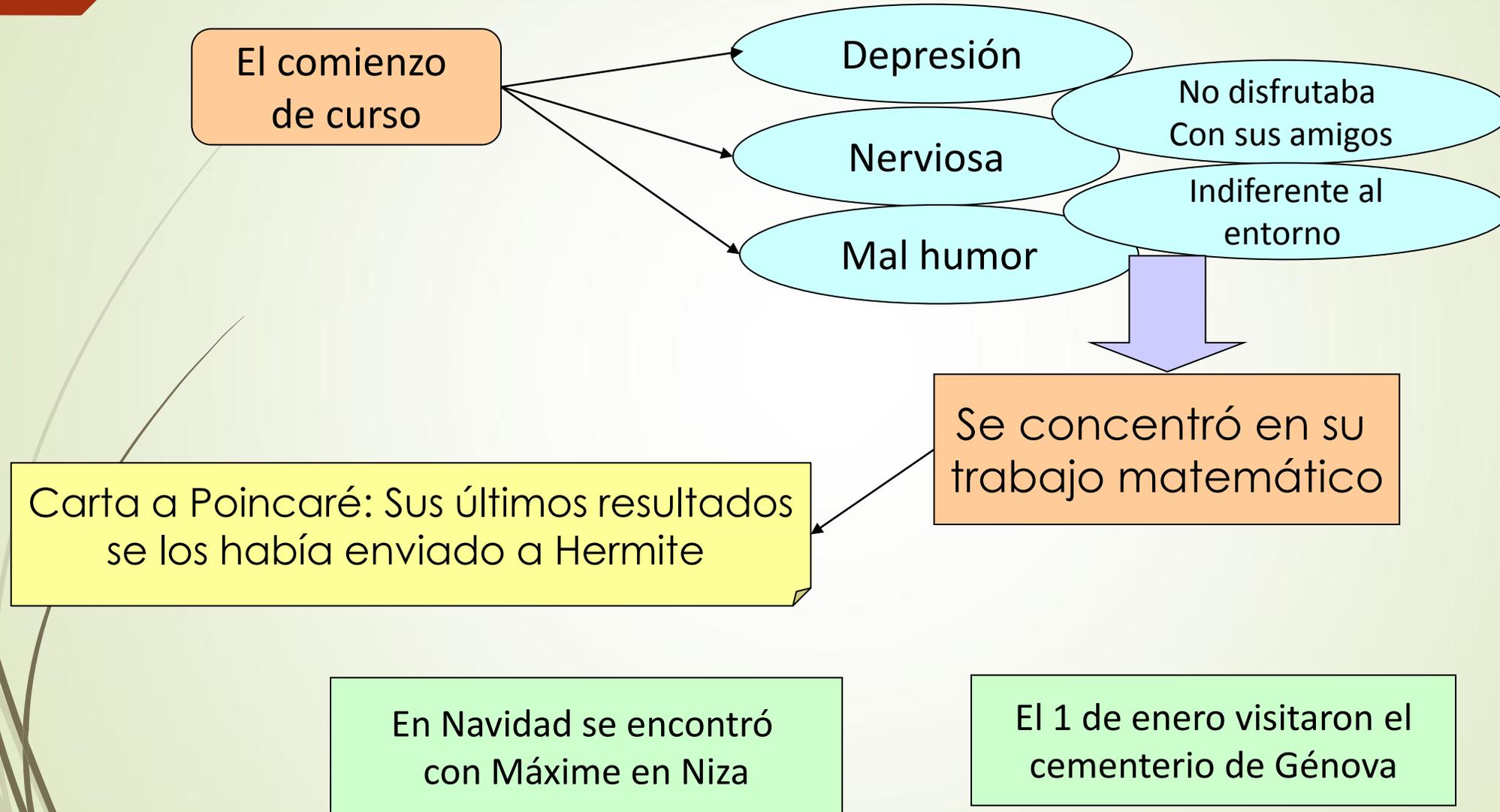
*" ... Pero como los puestos universitarios no están permitidos para las mujeres, cualesquiera que sean sus capacidades y conocimientos, no hay para la Sra. Kovalenskaya en Rusia ningún puesto tan gratificante y bien remunerado como el que ocupa en Estocolmo. El puesto de Maestra de Conferencias en Cursos Superiores para mujeres es muy inferior a cualquier puesto universitario ..."*

# El principio del fin

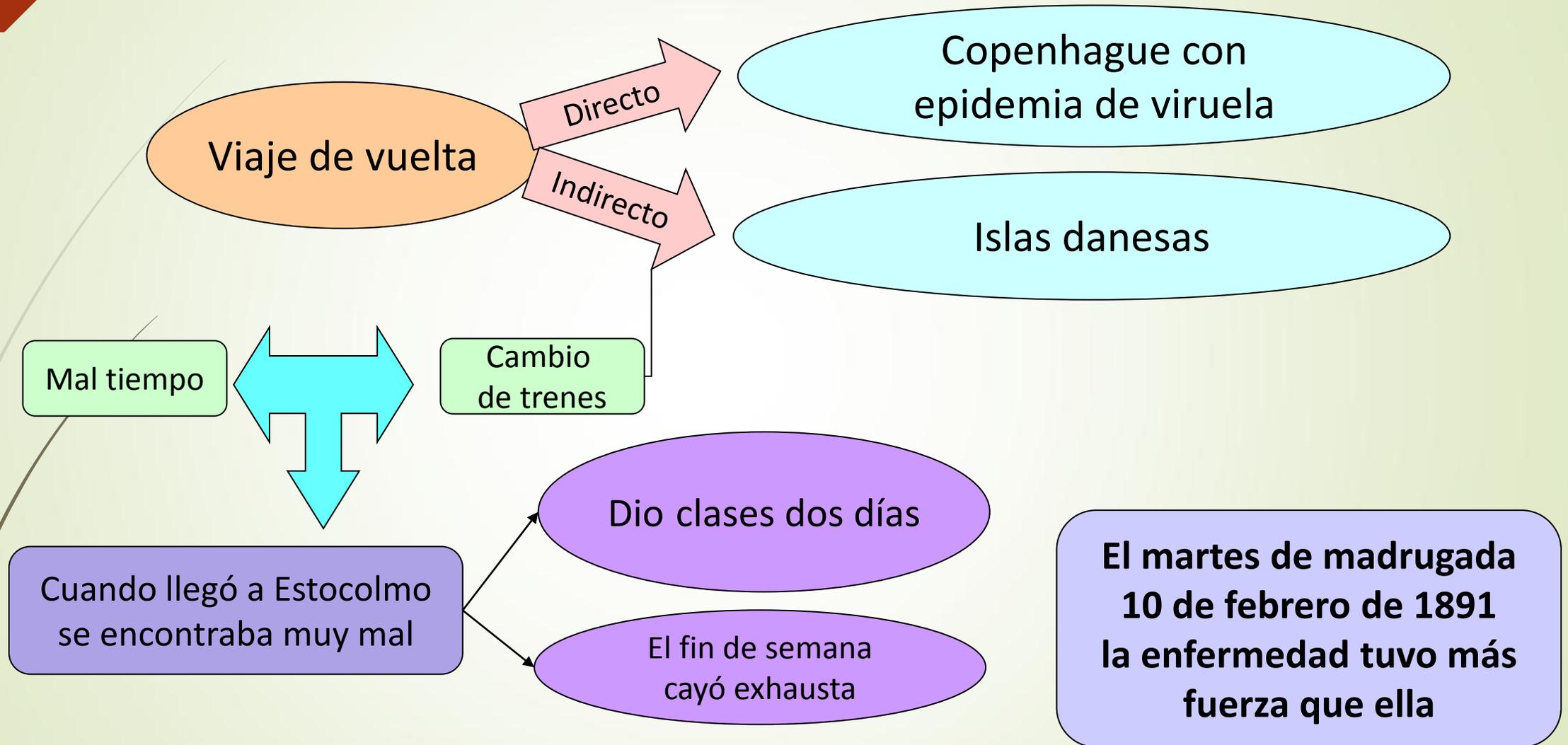


# El principio del fin

89



# El principio del fin





# Otras obras matemáticas

***Ecuaciones de Lamé***

***Teorema de Bruns***



# Ecuaciones de Lamé



Gabriel Lamé

- Lamé hizo contribuciones a las matemáticas:
  - Coordenadas curvilíneas
  - Curvas de Lamé
- Y contribuciones a la ingeniería:
  - Estabilidad de bóvedas
  - Diseño de la suspensión de puentes
  - Teoría de la elasticidad
  - Trabajo en la conducción de calor
- En sus "*Leçons sur l'élasticité*", Gabriel Lamé, en 1866, **estudia la propagación de la luz en un medio cristalino** integrando un sistema de tres ecuaciones en derivadas parciales.
- Este problema era un problema de Física en la época de Fresnel; Lamé lo habían hecho completamente **matemático**
- Cometió un **error** al determinar la solución. Obtuvo un resultado físicamente imposible. Para explicarlo debía suponer la existencia de un **éter**.

# Ecuaciones de Lamé



93

Weierstrass propuso a Sonia determinar las soluciones de las ecuaciones de Lamé

La situación laboral y económica de Sonia era muy precaria

Obtuvo una solución físicamente posible, que no requería la existencia del éter.

Este trabajo sobre las ecuaciones de Lamé fue publicado en el *Acta Mathematica* de 1885.

Pero unos meses después de su muerte, **Vito Volterra** descubrió un error en la solución de una integral al hacer un cambio de variable y siguiendo el método de Sonia encontró las soluciones correctas.



# Ecuaciones de Lamé

94

- “Como muestra su trabajo, Kovalévskaya estaba en la **dirección correcta**, pero tuvo un pequeño error en el último momento. De hecho **Volterra** dio las soluciones generales correctas de las ecuaciones diferenciales de una forma **muy similar** a la que había utilizado Kovalévskaya.
- Quizás porque la teoría física de la que las ecuaciones de Lamé se habían obtenido había sido reemplazada por teorías mejores (electromagnetismo), el trabajo de Kovalévskaya había tenido al parecer **muy pocos lectores cuidadosos**.
- Así, aunque fue publicado en el *Acta Matemática*, no se descubrió el error durante su vida”

# Teorema de Bruns



E. H. Bruns

- Otro resultado sobre ecuaciones en **derivadas parciales** fue una **demostración simplificada del teorema de Bruns** publicada después de su muerte en el *Acta Mathematica*.
- **Bruno** había demostrado que si  $V$  es el potencial de un cuerpo homogéneo limitado por una superficie de ecuación  $S(x, y, z) = 0$ , siendo  $S$  una función analítica, entonces  $V$  es también **analítica** en todos los puntos de la superficie dónde las derivadas de  $S$  no se anulen simultáneamente.
- **Sonia** da una demostración de este teorema en la que utiliza una parametrización de la superficie para obtener una ecuación a la que podía aplicar el **teorema** de Cauchy-Kovalévskaya y obtener fácilmente la solución.

# Teorema de Bruns



96

Ernst Heinrich Bruns  
(1848 – 1919)

En su tesis doctoral  
de 1871

Cuando Sonia escribía su tesis en la parte dedicada a las ecuaciones en derivadas parciales, quería añadir una parte dedicada a aplicaciones. Pero no lo hizo.

No le dio importancia

En la primavera de 1886 dio una conferencia sobre la teoría del potencial, y entonces hizo público este resultado

Se publicó en 1891 de forma póstuma



- ▶ “El artículo póstumo de Kovalévskaya el teorema de Bruns (1891) era posiblemente una parte previa de su tesis doctoral no publicada, o al menos de un primer proyecto de tesis”

# Obras literarias

98

## ► **Novelas :**

- “Recuerdos de la infancia”
- “Una Nihilista”

## ► **Obras de teatro:**

- “La lucha por la felicidad”
- “Desde la muerte y después de la muerte”

## ► **Artículos y proyectos de novelas:**

- “Recuerdos de George Eliot”
- Introducción al proyecto de novela “Vae Victis”
- Otros proyectos: “Los aparecidos” , “Las hermanas Kajeovski durante la Comuna”
- “Cuando no existiera la muerte” (con su amiga Ana Carlota)

## Recuerdos de la infancia

- Novela autobiográfica escrita en 1889. Es un relato que nos narra las vivencias y los sentimientos desde su niñez hasta los quince años, además de describir los problemas y los ideales de la sociedad rusa en la segunda mitad del siglo XIX.
- 1889: Hedberg la traduce al sueco como "**Las hermanas Rajevsky**" cambiando el yo autobiográfico de la obra por Tania.
- 1891: Publicada en Rusia (versión autobiográfica) en la revista *Mensajero de Europa*. Pocos años después de su muerte fue traducida al francés, alemán, holandés, polaco, checo y japonés. De 1895 se tienen dos traducciones en inglés una en Londres y otra en Nueva York. En España los cinco primeros capítulos se publicaron en 1996 con el título "*Memorias de juventud*", con la editorial Herder, (Barcelona).



# Una Nihilista: Vera Barantsova

100

Novela póstuma

larga

completa

Al morir había dos borradores diferentes

Versión en **sueco** en 1883 - 84

En 1889 - 91 reescribió una nueva versión en **ruso**

Para no pasar la censura rusa

Publicada en Rusia en 1892, por sus amigos, utilizando los manuscritos **no** revisados de ambas versiones.

Traducciones de contrabando desde Rusia

sueco

alemán

francés

polaco

checo

inglés

Las versiones no rusas tienen títulos diferentes: *Vera Vorontzova* o *Vera Barantsova* o *Vera Vorontsoff*.



# Una Nihilista: Vera Barantsova

101

En **1906** fue publicada **legalmente** en Rusia con el título:

*Una nihilista*

Trata de las complejas relaciones entre la primera generación de nihilistas de **1860** y las posteriores, muy próximas, de **1870**.

Dos modelos femeninos se contraponen en la novela.

El de la protagonista, **Vera**, una joven mujer con las cualidades femeninas tradicionales de la devoción y el sacrificio

El de la narradora, **Sonia**, una mujer profesional que es autosuficiente e independiente.



# Una Nihilista: Vera Barantsova

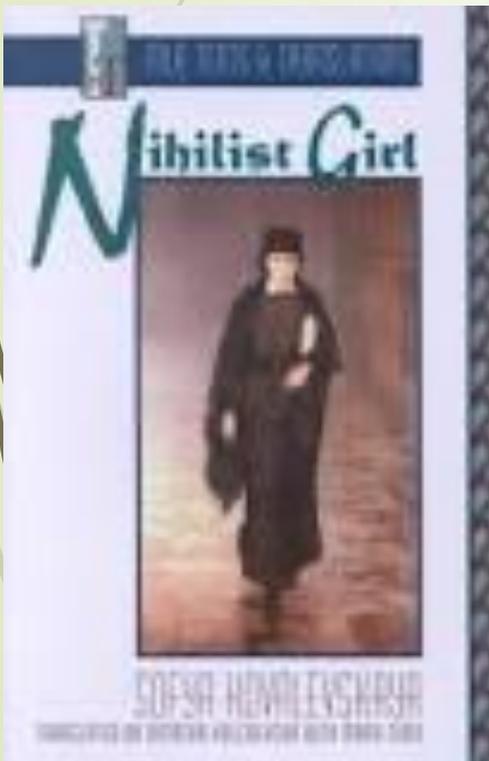
102

Presenta dos opciones muy distintas del **nihilismo**

Está basada en un encuentro entre Sonia y Vera.

Tienen antecedentes familiares similares

Vera se casa con un estudiante revolucionario, Pavlenkov, y se va a vivir con su nuevo marido, que no es atractivo físicamente y al que no ama, a Siberia.



KOVALEVSKAYA, S. V. (2001): *Nihilist Girl*, NY.



# Una Nihilista: Vera Barantsova

103



Los nihilistas en **1860**, la generación de Sonia, deseaban liberarse familiar y socialmente, de ahí el empuje por obtener una **formación**, el deseo de viajar y de trabajar. Comprometidos con el progreso social, esa élite buscaría la transformación que Rusia necesitaba.

Por contraste, los nihilistas en **1870** buscaban caminos directos y concretos de servir al pueblo. La generación de Vera creía en la sabiduría del pueblo más que en la de científicos y filósofos importados por la generación de Sonia. Prefieren el sacrificio y la acción directa más que la educación y las reformas políticas.

# Una Nihilista: Vera Barantsova. Empieza así:

104

- *El libro empieza así:*
- *“Tenía 22 años cuando abandoné Petersburgo. Me gradué en una universidad en el extranjero y volví a Rusia con un doctorado. Después de cinco años de aislamiento, en una cerrada existencia en una pequeña ciudad universitaria, la vida en Petersburgo me envolvió inmediatamente y me intoxicó. Dejando de lado por un tiempo las funciones analíticas, el espacio y las cuatro dimensiones, que tanto me había obsesionado, tuve nuevos intereses...*
- *...Entonces todo me interesaba y me agradaba. Teatros, galas benéficas, y círculos literarios...*
- *...Mi reputación de mujer instruida me rodeaba de un cierto aura: mis conocidos esperaban algo extraordinario de mi. Ya dos o tres periódicos habían pregonado mi existencia...”*

KOVALEVSKAYA, S. V. (2001): *Nihilist Girl*, NY.

# Una Nihilista: Vera Barantsova.

105

- *"Disculpa que te moleste, ya que no me conoces", dijo ella, "Soy Vera Barantsova. Es poco probable que recuerdes mi nombre, aunque nuestros padres tenían propiedades en estados vecinos. He leído recientemente sobre ti en los periódicos. Se que has estado tiempo estudiando fuera, y que todos hablan de ti, dicen que eres una buena persona, una persona seria, por eso se me ha ocurrido que podrías darme un consejo..."*
- *"Estoy sola en el mundo y no dependo de nadie. No espero ni quiero nada para mí. Mi pasión, mi ferviente deseo es ser de utilidad para "la causa". Dime, enséñame qué debo hacer.*
- *"Vera respondía mis preguntas con candor"*
- *"Mi marido está detenido. Me casé con Pavlenkov"*
- *"No se puede hablar aquí de amor, ni por mi parte, ni por la de él. Simplemente me casé con él, porque tenía que hacerlo, ¡porque era la única manera de salvarlo!"*
- *"Hubiera sido preferible que fuera sentenciado a ser fusilado o ahorcado. Al menos, todo terminaría rápidamente, pero ¡pasar veinte años sufriendo trabajos forzados!"*

KOVALEVSKAYA, S. V. (2001): *Nihilist Girl*, NY.

## Obras de teatro

- ▶ “*La lucha por la felicidad*” escrita con su amiga Anne-Charlotte y firmada con el seudónimo Korvin-Lefler. Fue un proyecto de novela de Sonia que llamó “*Lo que fue y lo que hubiera podido ser*”. Al final fue un drama en dos partes y diez actos, en la primera parte todo eran desgracias, en la segunda los mismos personajes forman una sociedad ideal donde encuentran la felicidad.
- ▶ “*Hasta la muerte y después de la muerte*” (1890) escrita a partir de los escritos de su hermana, contiene partes muy relevantes, caracteres admirablemente dibujados con un profundo sentimiento de melancolía, pero no se representó porque, según sus amigos, no estaba adaptada a los gustos de la sociedad sueca.

## Introducción a la novela “Vae Victis”

- Introducción al proyecto de novela “*Vae Victis*” (¡Ay de los vencidos!).
- Traducida y publicada en Suecia en 1989.
- Es una descripción del despertar a la primavera después del largo sueño del invierno, pero lo que elogia es la calma del invierno frente a la brutal primavera que despierta grandes esperanzas para luego causar grandes decepciones.
- La novela, en parte autobiográfica, ensalzaba la suerte de los vencidos frente a los vencedores. Sonia siempre se consideró del lado de los vencidos en su lucha por la felicidad.

*Sonia Kovalévskaya tendrá un lugar eminente en la historia de las Matemáticas, y su trabajo póstumo guardará su nombre en la historia de la Literatura . Pero no es sólo como matemática o como escritora por lo que se debe apreciar verdaderamente a esta mujer de tanto valor y originalidad. Como persona era aún más extraordinaria de lo que se puede pensar de su obra. Todos aquellos que la conocieron y estuvieron cerca de ella, recordarán siempre la impresión viva y poderosa que su personalidad les produjo“*

# Cronología

109

- **1850** El 15 de enero nace en Moscú Sofia Vassilievna Korvin-Krukovskaya.
- 1858 Su familia se traslada a Palibino, en Bielorrusia.
- 1864 Elabora el concepto de seno de forma autodidacta.
- 1865 Su familia se traslada a San Petersburgo.
- 1868 En septiembre, se casa con Vladimir Kovalevsky.
- 1869 La pareja se establece en Heidelberg.
- 1870 Se traslada a Berlín para proseguir sus estudios bajo la dirección de Karl Weierstrass.
- 1871 Participa en la Comuna de París.
- 1874 En julio, obtiene el **doctorado** en la Universidad de Göttingen.
- 1874 A finales de este año Sonia y Vladimir vuelven a Palibino. Muere su padre.
- 1878 En octubre nace su hija
- 1880 Chebycheb le encarga una conferencia para el VI Congreso de Ciencias Naturales, Sonia presenta un trabajo sobre las integrales abelianas.
- 1882 Sonia se marcha a París donde es elegida miembro de la Sociedad Matemática.
- 1883 En abril, Vladimir es acusado de fraude y se suicida. En noviembre, Gösta Mittag-Leffler le consigue un puesto en la Universidad de Estocolmo.
- 1884 Coeditora del **Acta Matemática**. Es nombrada profesora por cinco años.
- 1887 Escribe junto a Anna-Charlotte Leffler-Edgren: *La lucha por la felicidad*.
- 1888 Premio Bordín de la **Academia de Ciencias de Francia**.
- 1889 Es nombrada profesora **vitalicia** en Estocolmo y miembro honorífico de la **Academia de Ciencias de San Petersburgo**. Escribe y publica: *Recuerdos de la infancia*.
- 1890 Escribe la novela *Una nihilista* que fue publicada después de su muerte.
- 1891 El 10 de febrero muere de pulmonía, cuando sólo tenía 41 años.

- COOKE, R. (1984): *The Mathematics of Sonya Kovalevskaya*, New York.
- COOKE, R. (1996): *S.V. Kovalevskaya's mathematical legacy: the rotation of a rigid body*, "Vita Mathematica", R. Calinguer (ed.) 177-190.
- DÉTRAZ, J. (1993): *Kovalevskaja. L'aventure d'une mathématicienne*, París.
- FIGUEIRAS, L. MOLERO, M. SALVADOR, A. ZUASTI, N. (1998): *Género y Matemáticas-*
- FIGUEIRAS, L. MOLERO, M. SALVADOR, A. ZUASTI, N. (1998): *El juego de Ada. Matemáticas en las Matemáticas*, Granada, 129-145.
- FROST, L. (1899): *Sonja Kowalewski*, "Deutsche Welt", 24, 12, 373-390.
- KEEN, L. (1977): *Sonia Kowaleskaya - Her Life and Work*, "Newsletter of the Association for Women in Mathematics", 7, 2, 2-6.
- KENNEDY, D. H. (1983): *Little Sparrow: A Portrait of Sophia Kovalevsky*, London.
- KOBLITZ, A. H. (1983): *A Convergence of Lives: Sophia Kovaleskaia: Scientist, Writer, Revolutionary*, Boston.
- KOBLITZ, A. H. (1983): *A few words on Sofia Kovalevskaya*, "Newsletter of the Association for Women in Mathematics", 13, 2, 12-14.
- LEFFLER, Anne-Charlotte (1895): *Sonja Kovalevsky*, Leipzig.
- MOLERO, M. y SALVADOR, A. (2002): *Sonia Kovalévskaya*. Ed. Orto, Madrid.
- MUNRO, A (2010): *Demasiada Felicidad*. Penguin Random House. Barcelona.
- NEKRASOV, P. A. (1891): *On the works of S. V. Kovalevskaya in pure mathematics*, *Mattematicheskii Sbornik*.

# Algunas obras de Sonia

111

- KOVALEVSKAYA, S. V. (1875): *Zur theorie der partiellen Differentialgleichungen*, "Crelle Journal", 80, 1-32.
- KOVALEVSKAYA, S. V. (1884): *Über die Reductoneiner bestimmten Klasse von Abel'scher Integrales*, "Acta Mathematica", 4, 393-414.
- KOVALEVSKAYA, S. V. (1884): *Sur la propagation de la lumière dans un milieu cristallisé*, "Comptes-Rendus", 98, 356-357.
- KOVALEVSKAYA, S. V. (1885): *Über die Brechung in cristallinischen Mittel,,* "Acta Mathematica", 6, 294-304.
- KOVALEVSKAYA, S. V. (1885): *Zusätze und Bemerkungen zu Laplace's Untersuchung über die Gestalt der Saturnringe*, "Astronomische Nachirichten", 111, 37-48.
- KOVALEVSKAYA, S. V. (1886): *Reminiscences of George Elliot*, "Ruscaya Mysl", 6, 93-108.
- KOVALEVSKAYA, S. V. (1889): *Mémoire sur un cas particulier de la rotation d'un corps solide autour d'un point fixe*, "Acta Mathematica", 12, 177-232.
- KOVALEVSKAYA, S. V. (1890): *Mémoire sur un cas particulier de la rotation d'un corps solide autour d'un point fixe, où l'intégration s'effectue à l'aide de fonctions ultraélliptiques du temps*, "Mémoires Présentés par Divers Savants", 31, 1-62.

- KOVALEVSKAYA, S. V. (1890): *Sur une propriété du système d'équations différentielles qui définit la rotation d'un corps solide autour d'un point fixe*, "Acta Mathematica", 14, 81-93.
- KOVALEVSKAYA, S. V. (1890): *An autobiographical sketch*, "Russkaya Starina", 11, 450-463. Traducido al inglés por Stillman (1978) 213-229.
- KOVALEVSKAYA, S. V. (1890): *Memories of Childhood*, "Vestnik Evropy", 7, 55-98; 8, 584-640.
- KOVALEVSKAYA, S. (1968): *Jugenderinnerungen*, S. Fischer (ed.), Frankfurt, Main.
- KOVALEVSKAYA, S. V. (1978): *A Russian Childhood. Sofya Kovalevskaya*, B. Stillman, (ed.), New York.
- KOVALEVSKAYA, S. V. (1996): *Memorias de juventud*, Barcelona.
- KOVALEVSKAYA, S. V. (1891): *Sur un théorème de M. Bruns.*, "Acta Mathematica", 15, 45-52.
- KOVALEVSKAYA, S. V. (1892) *The Nihilist Woman*, Geneva.
- KOVALEVSKAYA, S. V. (1875): *Zur theorie der partiellen Differentialgleichungen*. "Crelle Journal", 80, 1-32.
- KOVALEVSKAYA, S. V. (1889): *Mémoire sur un cas particulier de la rotation d'un corps solide autour d'un point fixe*. "Acta Mathematica", 12, 177-232.
- KOVALEVSKAYA, S. V. (1978): *A Russian Childhood. Sofya Kovalevskaya*. B. Stillman, (ed.). Springer-Verlag, New York.
- KOVALEVSKAYA, S. V. (1892): *The Nihilist Woman*. Volnaya Russkaya, Geneva.