

# Algunas mujeres ilustres en la historia de la matemática

Juan Jesús Barbarán Sánchez

Práctica final curso DIDOMAC



# Índice general

<b>1. Preliminares</b>	<b>1</b>
<b>2. Theano</b>	<b>3</b>
<b>3. Hipatia de Alejandría</b>	<b>5</b>
3.1. Introducción . . . . .	5
3.2. Su vida . . . . .	6
3.3. Su obra . . . . .	6
3.4. Su pensamiento . . . . .	8
3.5. Su muerte . . . . .	8
<b>4. Emilie du Châtelet</b>	<b>11</b>
<b>5. María Gaetana Agnesi</b>	<b>15</b>
5.1. Curva de Agnesi . . . . .	17
<b>6. Sophie Germain</b>	<b>19</b>
<b>7. Sofía Kovalevskaya</b>	<b>23</b>
7.1. Teorema de Cauchy-Kovalevsky . . . . .	25



# Capítulo 1

## Preliminares

Voy a hacer un recorrido histórico desde la Antigüedad hasta nuestros días para conocer la vida y obra de las mujeres que han brillado más en cada época histórica.

Las diversas ciencias, y entre ellas las Matemáticas, han sido cultivadas y elaboradas en la mayoría de las ocasiones por hombres. Esto no significa que no haya habido mujeres que hayan contribuido a levantar el gran edificio de las Matemáticas. A continuación cito algunas frases que resumen en gran manera las dificultades que han tenido que superar las mujeres para poder investigar en Matemáticas y, en general, en cualquier parcela del conocimiento:

*Como regla general la mujer de ciencia debe ser lo bastante fuerte para valerse por sí misma, capaz de soportar el sarcasmo y la antipatía, a menudo injustos, de hombres que sienten celos al ver invadido lo que consideran ser su campo propio de actividad.*

(Henrietta Bolton, 1898)

*En vez de sentir vergüenza de que los talentos femeninos hayan hecho un poco hasta ahora, en la ciencia y en la literatura útil, me sorprende que se haya logrado tanto. Hasta hace poco, se mantenía a las mujeres en una ignorancia turca; todos los medios de adquirir conocimiento eran desalentados por la costumbre y eran inalcanzables aun para aquellas que la despreciaban. Nuestros libros de ciencia estaban llenos de una jerga incomprensible y el misterio velaba la pomposa ignorancia, protegiéndola del desprecio público; pero ahora los escritores deben ofrecer sus descubrimientos al público en términos nítidos, que todo el mundo pueda comprender; el lenguaje técnico ya no suplirá al conocimiento y el arte de la enseñanza ha sido llevado a una gran perfección por la exigencia de conocimiento: todo esto favorece a las mujeres.*

(María Edgeworth, 1795)



## Capítulo 2

### Theano

Theano fue la mujer de Pitágoras y vivió en Samos en el siglo V a.C. Se le atribuye haber escrito tratados de matemáticas, física, psicología infantil y medicina y también un tratado sobre la proporción áurea. La proporcionalidad fue el eje en torno al que se desarrolló la mayor parte de la producción de la escuela pitagórica. Descubrieron que había magnitudes conmensurables e inconmensurables, a las que se refirieron con números que llamaron, respectivamente, racionales e irracionales. Conocieron las ocho formas de una proporción y su propiedad fundamental. Estudiaron la media aritmética y la geométrica. El desarrollo de Teano, en torno a la proporción áurea, resulta del análisis de las posibles proporciones establecidas entre los dos segmentos en que queda dividido uno dado al fijar un punto en su interior.

Theano, con la ayuda de dos de sus hijas, difundió los conocimientos matemáticos y filosóficos en Grecia y Egipto. También se le atribuye, junto a su hija Pintis, un tratado sobre la castidad cuyo contenido, junto a las virtudes pitagóricas de prudencia, justicia, fortaleza y templanza y la congregación de los pitagóricos en una comunidad, parece sugerir los inicios de esa vida conventual de meditación y recogimiento que constituiría, siglos más tarde, la alternativa a la vida de las cortesanas.



## Capítulo 3

# Hipatia de Alejandría

La primera mujer de la que se tiene noticia que dedicó su vida a las Matemáticas es Hipatia de Alejandría (s. IV-V d.C.). Su muerte en el año 415 d.C. a manos de los cristianos fanáticos marcó el ocaso de la Escuela de Alejandría que inició sus actividades con Euclides (300 a.C.) y continuó con grandes matemáticos como Arquímedes, Apolonio y Pappus. La obra de Hipatia se centró en los comentarios sobre las obras de los matemáticos anteriormente citados y en trabajos originales sobre curvas cónicas. Hipatia fue la última lumbrera de la Biblioteca de Alejandría y su martirio estuvo muy ligado a la destrucción de la misma. A continuación hacemos un recorrido más detallado de los diferentes aspectos de la biografía de esta gran pensadora:

### 3.1. Introducción

En el siglo IV se dio en Alejandría un pequeño renacimiento científico, iluminado por la más famosa de todas las mujeres de ciencia hasta Marie Curie. Durante quince siglos se pensó que Hipatia era la única mujer de ciencia en la historia. Aun hoy en día, por razones que están más emparentadas con una visión romántica de su vida y su muerte que con sus verdaderos logros, es frecuente que sea la única mujer mencionada en las historias de las matemáticas y de la astronomía.

Es la primera mujer de ciencia cuya vida está bien documentada. Aunque la mayoría de sus escritos se ha perdido, existen numerosas referencias a ellos. Y además, murió en un momento conveniente para los historiadores. Fue la última científica pagana del mundo antiguo, y su muerte coincidió con los últimos años del Imperio romano. Como no hubo adelantos significativos en matemáticas, astronomía ni física en ninguna parte del mundo occidental durante los mil años siguientes, ha llegado a simbolizar el fin de la ciencia antigua.

Entre los historiadores no se ponen de acuerdo en diferentes aspectos de su vida, siendo uno de ellos el momento de su nacimiento, unos en el 370 d.C., mientras otros defienden que era una mujer mucho más vieja en el momento de su muerte

(alrededor de 60), estableciendo su nacimiento en el año 355 d.C..

Al nacer, la vida intelectual de Alejandría se encontraba sumida en una peligrosa confusión. El Imperio romano se estaba convirtiendo al cristianismo, y era muy frecuente que los cristianos celosos sólo vieran herejía y maldad en las matemáticas y la ciencia: "los matemáticos debían ser destrozados por las bestias salvajes, o bien quemados vivos". Algunos de los padres del cristianismo resucitaron las teorías sobre una tierra plana y un universo en forma de tabernáculo. Los violentos conflictos entre paganos, judíos y cristianos fueron azuzados por Teófilo, patriarca de Alejandría. No era una época propicia para ser científico ni filósofo.

### 3.2. Su vida

El padre de Hipatia, Teón, era un matemático y astrónomo que trabajaba en el Museo y fue el último director de la Biblioteca de Alejandría. Supervisó todos los aspectos de la formación de su hija, educándola en un ambiente de pensamiento. Según la leyenda, estaba decidido a que se convirtiera en un ser humano perfecto", y esto en una época en que se solía considerar que las mujeres eran menos que humanas, desarrollando para ella una rutina física para asegurarle un cuerpo saludable y una mente muy funcional. Entre ambos se creó una fuerte atadura al enseñarle y compartir su propio conocimiento, así como su pasión por la búsqueda de respuestas a lo desconocido. Era realmente una joven excepcional. La mayoría de los historiadores cree que superó el conocimiento de su padre a una edad muy temprana. Teón instruyó a Hipatía en el conocimiento de las diferentes religiones del mundo y le enseñó el arte de la oratoria, así como los principios de la enseñanza, lo que motivó que personas de otras ciudades vinieran a estudiar con ella. Viajó a Atenas y a Italia, impresionando a todos los que la conocieron por su inteligencia y su belleza. Al volver a Alejandría, se dedicó a la enseñanza de las matemáticas y la filosofía. El Museo había perdido su preeminencia, y Alejandría contaba con escuelas diferentes para paganos, judíos y cristianos. Sin embargo, enseñaba a miembros de todas las religiones, y quizá haya sido titular de una cátedra municipal de filosofía. Según el enciclopedista bizantino Suidas, "fue oficialmente nombrada para explicar las doctrinas de Platón, Aristóteles, etc". Los estudiantes iban a Alejandría a asistir a las lecciones de Hipatia sobre matemáticas, astronomía, filosofía y mecánica. Su casa se convirtió en un centro intelectual, donde se reunían los estudiosos para discutir cuestiones científicas y filosóficas.

### 3.3. Su obra

La mayoría de sus escritos eran libros de texto para sus estudiantes. Ninguno ha permanecido intacto, pero es posible que partes de su obra estén incorporadas en los tratados existentes de Teón. Hay alguna información sobre sus talentos (astronomía, astrología y matemáticas) en las cartas de su alumno y discípulo

Sinesio de Cirene, el rico y poderoso obispo de Tolemaida.

Su trabajo más importante fue en álgebra. Escribió un comentario sobre la *Aritmética* de Diofanto, en 13 libros. Éste vivió y trabajó en Alejandría en el siglo III, y se le ha llamado "padre del álgebra". Desarrolló las ecuaciones indeterminadas (diofánticas), es decir, ecuaciones con soluciones múltiples. (Un ejemplo común de este tipo de problema son las diferentes maneras en que se puede cambiar una libra esterlina, empleando monedas de diferentes denominaciones: 50 peniques, 20 peniques, etc.). También trabajó con ecuaciones cuadráticas. Los comentarios de Hipatia incluían algunas soluciones alternas y muchos nuevos problemas, que luego fueron incorporados a los manuscritos diofánticos.

También escribió un tratado *Sobre la geometría de las cónicas de Apolonio*, en ocho libros. Apolonio de Perga fue un geómetra alejandrino del siglo III a.C., a quien se deben los epiciclos y los deferentes para explicar las órbitas irregulares de los planetas. El texto de Hipatia era una vulgarización de su obra, facilitando el entendimiento de estos conceptos. Como sus antepasados griegos, sentía gran atracción por las secciones cónicas (las figuras geométricas que se forman cuando un plano pasa por un cono). Después de su muerte, las secciones cónicas cayeron en el olvido hasta comienzos del siglo XVII, cuando los científicos se dieron cuenta de que muchos fenómenos naturales, como las órbitas, se describían mejor por medio de las curvas formadas por secciones cónicas.

Teón revisó y mejoró los *Elementos de geometría* de Euclides, y su edición es la que todavía se emplea en nuestros días. Es probable que Hipatia colaborara con él en la revisión. Más tarde los dos escribieron juntos por lo menos un tratado sobre Euclides; también es autora de por lo menos uno de los libros de la obra de Teón sobre Tolomeo (el comentario al Libro IV del *Almagesto* se atribuye íntegramente a Hipatia). Éste había sistematizado todos los conocimientos contemporáneos sobre matemática y astronomía, en un texto de trece libros que llamó modestamente *Tratado matemático*. Los eruditos árabes medievales le dieron el nombre de *Almagesto (Gran libro)*.

El sistema de Tolomeo siguió siendo el trabajo astronómico más importante que había hasta Copérnico, en el siglo XVI. Es posible que el *Canon astronómico* (las tablas que elaboró para los movimientos de los cuerpos celestes) haya formado parte del comentario de Teón sobre Tolomeo, pero también puede haber constituido una obra aparte.

Además de la filosofía y las matemáticas, se interesaba por la mecánica y la tecnología práctica. En las cartas de Sinesio están incluidos sus diseños para varios instrumentos científicos, incluyendo un astrolabio plano, aunque sin embargo otras fuentes fechan este instrumento por lo menos un siglo antes. El astrolabio plano se usaba para medir la posición de las estrellas, los planetas y el Sol, y para calcular el tiempo y el signo ascendente del zodiaco.

Hipatia también desarrolló un aparato para la destilación de agua, un instrumento para medir el nivel del agua, y un hidrómetro graduado de latón para determinar la gravedad específica de los líquidos (densidad).

Alejandría en el siglo IV era un centro de estudiosos neoplatónicos. Aunque es posible que estudiase en la escuela neoplatónica de Plutarco el Joven y su hija Asclepigenia en Atenas, su tipo de neoplatonismo era más tolerante y estaba

basado en las matemáticas. Había rivalidad entre las escuelas neoplatónicas de Alejandría y Atenas; la escuela de Atenas daba importancia a la magia y a lo oculto. Para los cristianos, sin embargo, todo platónico era un peligroso hereje.

### 3.4. Su pensamiento

Es un hecho indiscutible que Hipatia se enfrascó en la política de Alejandría. Uno de sus alumnos, Hesiquio el Hebreo, escribió:

*Vestida con el manto de los filósofos, abriéndose paso en medio de la ciudad, explicaba públicamente los escritos de Platón, o de Aristóteles, o de cualquier filósofo, a todos los que quisieran escuchar. Los magistrados solían consultarla en primer lugar para su administración de los asuntos de la ciudad.*

Como pagana, partidaria del racionalismo científico griego y personaje político influyente, se encontraba en una situación muy peligrosa en una ciudad que iba siendo cada vez más cristiana. En 412 d.C. Cirilo, un cristiano fanático, se convirtió en patriarca de Alejandría, y se desarrolló una intensa hostilidad entre él y Orestes, prefecto romano de Egipto, antiguo alumno y viejo amigo de Hipatia. Poco después de asumir el poder, Cirilo empezó a perseguir a los judíos, a quienes echó de la ciudad a millares. Luego, a pesar de la vehemente oposición de Orestes, dedicó su atención a librar la ciudad de los neoplatónicos. Haciendo caso omiso de los ruegos de Orestes, Hipatia se negó a traicionar sus ideales y convertirse al cristianismo. Así el obispo de Nikiu en sus crónicas nos cuenta: "Y en esos días apareció en Alejandría una filósofa, pagana de nombre Hipatia, consagrada a las magias, astrología y músicas, engañó a muchas personas a través de la superchería satánica. El prefecto de la ciudad la honró, ya que lo había engañado a través de su magia, dejó de asistir a la iglesia como había sido su costumbre, aunque encontrándose en una situación de peligro, volvió a asistir. No sólo arrastró al gobernador sino a muchos otros creyentes. Habiendo decretado el gobernador un edicto en relación con el desarrollo de los espectáculos teatrales, y los ciudadanos que asistiesen a ellos. En cuanto Cirilo fue nombrado patriarca, quiso conocer el sentido de este edicto. Había un hombre con el Nombre Hierax, un cristiano entendido e inteligente, seguidor del patriarca y obediente a sus deseos, y bien versado en el conocimiento de la fe cristiana, que acudió al teatro para conocer la naturaleza del decreto. Pero cuando los judíos le vieron en el teatro, clamaron 'este hombre no viene con buenos propósitos, sólo busca la provocación'.

### 3.5. Su muerte

El asesinato de Hipatia está descrito en la obra de un historiador cristiano del siglo V, "Sócrates el Escolástico":

*Todos los hombres la reverenciaban y admiraban por la singular modestia de su mente. Por lo cual había gran rencor y envidia en su contra, y porque conversaba a menudo con Orestes. La gente la acusó de ser la causa de que Orestes y el obispo no congeniaran. Para decirlo en pocas palabras, algunos atolondrados, impetuosos y violentos cuyo capitán y guía era Pedro, un lector de esa iglesia, vieron a esa mujer cuando regresaba a su casa desde algún lado, la arrancaron de su carruaje; la arrastraron a la iglesia llamada Cesárea; la dejaron totalmente desnuda; le tasajearon la piel y las carnes con caracoles afilados, hasta que el aliento dejó su cuerpo; descuartizan su cuerpo; llevan los pedazos a un lugar llamado Cinaron y los queman hasta convertirlos en cenizas.*

Los hechos ocurrieron en marzo de 415, justo un siglo después de que los paganos hubieran asesinado a Catalina, una erudita alejandrina cristiana. Los asesinos eran parabolanos, monjes fanáticos de la iglesia de San Cirilo de Jerusalén, quizá ayudados por monjes nitrios. No se sabe si Cirilo ordenó directamente el asesinato, pero por lo menos creó el clima político que hizo posible tan atroces hechos. Más tarde Cirilo fue canonizado.

Orestes informó del asesinato y solicitó a Roma que se iniciara una investigación. Luego renunció a su puesto y huyó de Alejandría. La investigación se pospuso repetidas veces por "falta de testigos"; más tarde Cirilo proclamó que estaba viva en Atenas. El brutal asesinato de Hipatia marcó el final de la enseñanza platónica en Alejandría y en todo el Imperio romano.

Con la difusión del cristianismo, la aparición de numerosos cultos y el caos religioso generalizado, el interés en la astrología y el misticismo sustituyó a la investigación científica. En el año 640 d.C. los árabes invadieron Alejandría y destruyeron lo que quedaba del Museo. Pero aunque Europa ya había entrado en la era del oscurantismo, la ciencia griega sobrevivió en Bizancio y floreció en el mundo árabe.

Aunque la vida de Hipatía acabó trágicamente, su obra permaneció y después Descartes, Newton y Leibniz extendieron su trabajo alcanzando logros extraordinarios para una mujer de su época. Los filósofos la consideraron una mujer de gran conocimiento y una maestra excelente. Para más información, consúltese [17]

"Fue una persona que dividió a la sociedad en dos partes: aquellos que la consideraban como un oráculo de luz, y aquellos que la veían como un emisario de las tinieblas".

A Hipatia se le atribuyen frases como:

*Todas las religiones formales son falaces y no deben aceptarse por respeto a uno mismo.*

*Defiende tu derecho a pensar, porque incluso pensar de manera errónea es mejor que no pensar.*

*Enseñar supersticiones como si fueran verdades es una cosa horrible.*



## Capítulo 4

# Emilie du Châtelet

En tiempos más recientes cabe señalar a Emilie du Châtelet (1706-1749), amiga de Voltaire; tradujo al francés las obras de Newton. Contribuyó a introducir en Francia las ideas de Leibniz. Realizó diversas investigaciones en torno al calor y al movimiento. A continuación profundizamos en la vida y obra de esta incansable investigadora:

En una sociedad en la que la nobleza se oponía a la educación de sus hijas apareció una de las grandes mujeres matemáticas del siglo XVIII, Emilie du Châtelet. Nació en París el 17 de diciembre de 1706, creció en una familia en la que la única manera de situarse en la sociedad era hacer la corte. Durante su infancia, Emilie empezó a mostrar tal capacidad en las disciplinas académicas que pronto fue capaz de convencer a su padre de que necesitaba apoyo. Provista de una aceptable educación para esa época, estudió y se licenció en latín, italiano e inglés. También estudió a Tasso, Virgilio, Milton y otros grandes sabios de esa época.

A pesar de su talento para los idiomas, su verdadero amor eran las Matemáticas. Su estudio en este área fue promovido por un amigo de la familia, M. de Mezieres, quien reconoció el talento de la joven.

El talento de Emilie fue prominente también en otras áreas. La describieron como una apasionada nata, sin faltarle las ataduras románticas tanto antes como después de su matrimonio. A los diecinueve años se casó con el Marqués Florent du Châtelet que tenía treinta y cuatro años. Durante los dos primeros años de matrimonio, Émilie dio a luz a un niño y a una niña, y a los veintisiete años volvió a ser madre de un varón.

Émilie no sólo rehusó a dejar las Matemáticas sino que buscó apoyos importantes para su estudio. También conquistó el corazón de Voltaire, uno de los más intrigantes y brillantes sabios de su tiempo. Algunos de los trabajos más significativos de Emilie son del período en el que trabajó con Voltaire en Cirey-sur-Blaise. Como Voltaire dice:

Hemos concentrado nuestra atención en Leibniz y Newton; Mme du Châtelet estudió primero a Leibniz, y explicó una parte de su

sistema en un libro maravillosamente escrito, titulado *Institutions du physique*. Sin embargo pronto abandonó el trabajo de Leibniz y se dedicó a los descubrimientos del gran Newton. Tuvo un gran éxito con la traducción del *Principia* de Newton al francés. También añadió a este libro un *Comentario algebraico* que fue entendido por pocos.

Uno de los tutores más significativos de Emilie fue Pierre Louis de Maupertuis, un renombrado matemático y astrónomo de la época. Como estudiante su curiosidad y tenacidad desbordaron a sus tutores. Como Lynn Osen comenta, "Su ágil mente los dejó atrás, sus preguntas rigurosas eran frecuentemente imposibles de contestar". Tal comportamiento hizo que se enfrentara con otro de sus tutores, Samuel Koenig, sobre el tema de lo infinitamente pequeño. Esta disputa puso fin a su amistad y colaboración.

En 1740, año en que fue publicado el libro de Emilie *Institutions de physique*, Koenig difundió el rumor de que su trabajo era simplemente un compendio de sus clases con ella. Esto la enfureció y ella buscó ayuda en la Academia de las Ciencias donde trabajaba Maupertuis con quien ella había discutido su trabajo antes de que Koenig se convirtiera en su tutor. Los científicos más conocidos de la época eran conscientes de sus facultades para realizar el trabajo. Sin embargo, ella no sintió el apoyo que, bajo su punto de vista, merecía. Esta fue la primera vez en la que sintió que el ser mujer realmente le perjudicaba.

Los años que Emilie pasó con Voltaire en Cirey fueron los más productivos de su vida. El trabajo intelectual fue muy intenso. Cuando no había ningún invitado ambos permanecían atados a sus mesas de trabajo. Un sirviente que trabajaba en Cirey en esta etapa comentó:

Mme du Châtelet pasó la mayor parte de la mañana con sus escritos, y no quería que la molestaran. Cuando paró, sin embargo, no parecía ser la misma mujer. El aire serio dio lugar al regocijo. Ella comentaba frecuentemente que los únicos placeres que le quedaban a una mujer en su vejez son el estudio, el juego y la glotonería.

En la primavera de 1748, Emilie conoció y se enamoró del Marqués de Saint-Lambert, un cortesano y poeta. Este asunto, sin embargo, no destruyó su amistad con Voltaire. Incluso Voltaire la apoyó cuando se enteró de que iba a tener un hijo con el marqués. Con la ayuda de Voltaire y de Saint-Lambert, fue capaz de convencer a su marido de que el hijo era suyo.

Durante el embarazo en 1749 terminó su trabajo con Clairaut, un viejo amigo con el que ella había estado estudiando; sin embargo, su libro sobre Newton todavía esperaba su finalización. Ella se levantaba temprano y trabajaba hasta tarde. Dejó la mayor parte de su vida social y sólo veía a los amigos más íntimos.

A principios de septiembre de 1749, dio a luz a una niña. Como Voltaire lo describe:

La pequeña niña llega mientras su madre estaba en su escritorio, haciendo garabatos sobre algunas de las teorías de Newton, y la recién

nacida era colocada en el cuarto volumen de geometría, mientras su madre reunía sus papeles y la metía en la cama". Durante unos días, Emilie parecía estar contenta. El diez de septiembre de 1749, ella murió de repente. La muerte de Emilie fue seguida por la de su hija menor. Como Olsen comenta, "Voltaire, quien estuvo con ella al final, estaba apenado. Dio un traspiés y calló al suelo fuera de la habitación.

Emilie murió a la edad de cuarenta y tres años. Como numerosos autores afirman, durante su corta vida, Emilie fue una mujer sabia y única. Entre sus obras más importantes destacan *Institutions du physique* y la traducción del *Principia* de Newton, que fue publicado después de su muerte junto con un *Prefacio histórico* de Voltaire. Ella se las arregló para mantener su confianza y posición en la sociedad parisina mientras desarrollaba su amor por las Matemáticas. Emilie du Châtelet fue una de las muchas mujeres cuyas contribuciones han ayudado al desarrollo de las Matemáticas.

Finalmente reseñar que existen en París dos calles que llevan su apellido: Passage Châtelet, Place Châtelet.



## Capítulo 5

# María Gaetana Agnesi

María Gaetana Agnesi (1718-1799) estudió y enseñó en la Universidad de Bolonia. Sus trabajos fueron traducidos a varios idiomas. Vamos a sumergirnos en su biografía:

Aunque su contribución a las Matemáticas es muy importante, María Gaetana Agnesi no fue la típica matemática famosa. Llevó una vida sencilla y empezó a investigar en Matemáticas desde temprana edad. En una primera mirada su vida puede parecer aburrida, sin embargo, considerando las circunstancias en las que se crió, sus aportaciones a las Matemáticas son gloriosas.

Durante la Edad Media, bajo la influencia del Cristianismo, muchos países europeos se oponían a cualquier formación a nivel superior para las mujeres. La mayoría de éstas eran privadas de los elementos fundamentales de la educación tales como la lectura y la escritura, alegando que eran una fuente de tentación y pecado. Para la mayor parte de las mujeres a lo largo de la Edad Media, el estudio sólo se podía practicar en los monasterios y conventos. Después de la caída de Constantinopla (ahora Istanbul), muchos sabios emigraron a Roma, trayendo a Europa conocimiento y pensamiento crítico, que dio lugar al Renacimiento. Sin embargo, excepto en Italia, la posición de la mujer en Europa fue cambiando lentamente.

En Italia, sin embargo, donde tuvo su origen el Renacimiento, la mujer se estableció en el mundo académico, incluso antes de finalizar la Edad Media. Los hombres italianos de la época admiraban a las mujeres investigadoras, lo cual hizo que participaran en las Artes, Literatura y Matemáticas. María Agnesi es una de las más destacadas figuras en el ámbito matemático del siglo XVIII.

"María Gaetana Agnesi nació en Milán el 16 de mayo de 1718 en el seno de una familia culta y adinerada".[12]Fue la mayor de veintiún hermanos. Su padre era un profesor de Matemáticas y le inculcó una profunda educación. "Desde muy pronto se le reconoció su talento, hablaba francés a los cinco años, y dominaba el latín, el griego, el hebreo, y varias lenguas modernas a los nueve años. En su adolescencia, ya tenía un nivel elevado en Matemáticas". [12] La casa de Agnesi era un lugar de reunión de los intelectuales más distinguidos de la época. María participó en numerosos seminarios, interviniendo activamente en discusiones ab-

stractas sobre Filosofía y Matemáticas a pesar de su timidez y de que no eran de su agrado. Ella continuó participando en las reuniones que se celebraban en su casa para contentar a su padre hasta que se produjo la muerte de su madre. Este hecho le suministró la excusa para retirarse de la vida pública. Ella tomó el mando de su casa. Su padre no se opuso a esto, ya que era complicado encontrar una ama de casa que cuidara de veintidós niños y de un hombre solo. Es posible que esta circunstancia hiciera que ella nunca se casara.

Sin embargo, María no dejó todavía las Matemáticas. En 1738 publicó una colección de complejos ensayos sobre Ciencia Natural y Filosofía titulados *Propositiones Philosophicae*, basados en las discusiones que habían tenido intelectuales en la casa de sus padres. En muchos de estos ensayos, ella expresó su convicción de que las mujeres debía formarse intelectualmente.

A la edad de veinte años, empezó a trabajar en su trabajo más importante, *Institutiones analíticas*, desarrollando el cálculo diferencial e integral. "Se dice que empezó a escribir *Institutiones analíticas* como un libro de texto para sus hermanos". [12] La publicación de su trabajo en 1748, causó sensación en el mundo académico. Fue uno de los primeros y más completos trabajos sobre análisis finito e infinitesimal. La gran aportación de María a las Matemáticas con este libro son algunos trabajos de varios matemáticos de forma sistemática junto con sus propias interpretaciones. El libro se convirtió en un modelo de claridad y fue traducido y usado como libro de texto.

*Institutiones analíticas* dio un sumario claro sobre el estado del conocimiento en Análisis Matemático. La primera sección de este libro trata sobre análisis finito. También aparecen problemas de optimización, cálculo de tangentes y puntos de inflexión. En la segunda sección desarrolla el análisis infinitesimal. La tercera sección versa sobre cálculo integral. La cuarta trata sobre el método de las tangentes y las ecuaciones diferenciales.

María Gaetana Agnesi es conocida por la curva llamada *Curva de Agnesi*. Agnesi escribió la ecuación de esta curva en la forma:

$$y = \frac{a\sqrt{ax - x^2}}{x} \quad (5.1)$$

con  $a \neq 0$  ya que ella consideraba el eje  $X$  vertical y el eje  $Y$  horizontal. Actualmente los sistemas de referencia consideran el eje  $X$  horizontal y el eje  $Y$  vertical, por lo que la forma moderna de la curva viene dada por la ecuación cartesiana:

$$y = \frac{a^3}{x^2 + a^2} \quad (5.2)$$

con  $a \in \mathbb{R}, a \neq 0$ .

Es una curva conocida, que fue estudiada originariamente estudiada por Fermat. "Se le llamó versiera, vocablo derivado del latín, que significa volver, pero es también una abreviatura de la palabra italiana avversiera, que significa mujer del diablo". [12] También se la conoce por el nombre de "bruja de Agnesi". La razón de este nombre es la siguiente: En 1718, Grandi, que estudiaba la curva, le dió el nombre latino (en aquella época la gente culta escribía en latín) "versoria" porque la figura de la curva semejaba el de la cuerda que dirige la

Figura 5.1: Curva de Agnesi

vela'. Grandi tradujo al italiano versoria por versiera y la curva pasó a llamarse 'la versiera'. John Colson, que tradujo al inglés el libro de Agnesi *Instituciones analíticas* confundió 'la versiera' (la curva) por l'aversiera' (la bruja).

Después del éxito de su libro, María fue nombrada miembro de la Academia de las Ciencias de Bolonia. Sin embargo, existe un debate sobre si María llegó o no a aceptar este cargo. La mayor parte de los autores piensa que aceptó y trabajó en la Universidad hasta la muerte de su padre. Parece que su interés por las Matemáticas se lo debe a su padre. Cuando murió, María había abandonado numerosas investigaciones. Cuando, en 1762, la Universidad de Turín le pidió opinión sobre los recientes artículos del joven Lagrange sobre cálculo de variaciones, respondió que no le incumbían". [12]

María fue una mujer muy religiosa. Se dedicó el resto de su vida a las personas pobres, sin hogar, enfermas, especialmente a las mujeres. Cuando el Instituto Pío Trivulzo, un hogar para enfermos, se inauguró, María fue propuesta para ser directora. Cuidó de las mujeres enfermas y moribundas hasta su propia muerte. Parece ser que ella consideraba las Matemáticas como un divertimento e investigaba para complacer a su padre que tenía grandes ilusiones puestas en ella lo cual está corroborado por el hecho de que dejara las Matemáticas al morir su padre. Ella era una persona tímida. En ningún momento buscó ser una matemática conocida.

Finalmente podemos comentar que la hermana menor de María Gaetana Agnesi, María Teresa Agnesi, fue una compositora, clavicordista, cantante y libretista y que la compositora Elma Miller ha escrito un trabajo titulado "La bruja de Agnesi" para bemol clarinete, clarinete, trompa, 2 percusión, viola y bajo doble. La inspiración para componer esta pieza le vino en su mayor parte de la curva de Agnesi.

Seguidamente describimos geoméricamente el proceso de construcción de la famosísima curva de Agnesi:

## 5.1. Curva de Agnesi

Es el lugar geométrico de los puntos  $Q$  del plano que gozan de la siguiente propiedad: Trazamos una circunferencia de diámetro  $OA = a$  y centro en  $(0, \frac{a}{2})$ ; por  $A$  trazamos la tangente a esta circunferencia y por el punto  $O$  trazamos una recta secante a la circunferencia, cortándola en  $B$  y a la tangente en  $P$ . Por  $P$  trazamos una paralela al eje de ordenadas y  $B$  por una paralela al eje de abscisas, cortándose ambas en  $Q$ . Trazando varias secantes, vamos obteniendo los distintos puntos de la curva de Agnesi. Véase 5.1.

Se puede comprobar que la ecuación de la curva de Agnesi viene dada por:

$$y = \frac{a^3}{x^2 + a^2}$$



## Capítulo 6

# Sophie Germain

Sophie Germain nació en una era de revoluciones. En el año de su nacimiento comenzó la revolución americana. Treinta años más tarde se inició en su propio país la revolución francesa de la que Sophie personificó el espíritu. Nació en el seno de una familia de clase media y pese a la oposición de ésta y a los prejuicios de la época se convirtió en una matemática de enorme prestigio. Como integrante en un proceso revolucionario, su vida estuvo llena de perseverancia y duro trabajo. Tuvieron que pasar años para que fuesen reconocidas sus contribuciones al campo de las Matemáticas, pero no se dio por vencida. Incluso hoy existe la sensación de que nunca se le ha dado la importancia que se merece a sus aportaciones que hizo a la teoría de números y a la Física-Matemática debido a su condición femenina. A continuación nos sumergimos en su biografía: Sophie Germain nació en París el 1 de abril de 1776, siendo sus padres Ambroise-François, un comerciante de seda que luego pasó a ser director del Banco de Francia, y Marie Madelaine Gruguelin. Podemos afirmar que era una familia pudiente.

El interés de Sophie por las Matemáticas empezó durante la revolución francesa cuando tenía 13 años de edad y permanecía encerrada en casa debido a las rebeliones que tenían lugar en París. Ella pasaba la mayor parte del tiempo en la biblioteca de su padre, y un día se topó con la historia de las Matemáticas de Montucla, libro en el que se narra la leyenda de la muerte de Arquímedes en las playas de Siracusa. La leyenda dice que "durante la invasión de su ciudad por parte de los romanos, Arquímedes estaba tan absorto en el estudio de una figura geométrica en la arena que no respondió a un soldado romano, el cual, lo mató con una lanza". [15] Esto despertó el interés en Sophie. Si alguien puede estar tan absorbido por un problema como para ignorar a un soldado y muere por ello, ¡el tema debe ser interesante!, pensó ella. Esto la llevó a empezar sus estudios de Matemáticas.

Sophie empezó de forma autodidacta usando los libros de la biblioteca de su padre. Sus padres pensaban que su interés era inapropiado para una fémia (ésta era la creencia común en la clase media del siglo XIX) e hicieron todo lo posible para desanimarla. Empezó a estudiar por las noches pero sus padres

llegaron al extremo de privarle de luz y calor para que tuviese que irse a la cama en vez de estudiar aunque sus esfuerzos fueron fallidos. Ella se abrigaba con colchas y usaba velas que tenía escondidas para estudiar por las noches. Por ello, "pasó los años del reinado del terror estudiando Cálculo Diferencial", [12], sin la ayuda de un tutor.

En 1794, cuando Sophie tenía 18 años, fue fundada en París la Escuela Politécnica. Fue una academia fundada para "formar a los matemáticos y científicos del país". [15] Las mujeres no podían pertenecer a esta academia, pero Sophie pudo conseguir los apuntes de algunos cursos y así estudiarlos. Esto le permitió aprender de los matemáticos más importantes de aquel tiempo. Sophie estaba especialmente interesada en las enseñanzas de Joseph Louis Lagrange. Bajo el seudónimo de Monsieur Le Blanc (un estudiante anterior de Lagrange), Sophie presentó un trabajo de análisis al final del curso que lo impresionó y quiso conocer al estudiante que lo había escrito. Lagrange quedó asombrado cuando supo que el autor del trabajo era una mujer pero supo reconocer su talento. Con un hombre que la presentara, Sophie pudo entrar en el círculo de científicos y matemáticos al que antes no había podido pertenecer.

En 1804, Sophie empezó a mantener correspondencia con el matemático alemán, Carl Friedrich Gauss. Ella estaba intrigada con su trabajo sobre teoría de números y le envió algunos resultados a los que ella había llegado en esta teoría. De nuevo usó el seudónimo para ocultar su verdadera identidad. No fue hasta 1807 cuando descubrió que se trataba de una mujer. Gauss comunicó a Sophie su asombro en una carta, fechada en abril de 1807, de la que se ha extraído el siguiente párrafo:

*Cómo describirle mi sorpresa y estupor al comprobar que Monsieur Le Blanc, mi estimado correspondiente, se metamorfoseaba en este distinguido personaje que sirve de tan brillante ejemplo a lo que yo mismo encontraría difícil de creer. El gusto por las ciencias abstractas en general, y sobre todo por los misterios de los números, es tremendamente inusual, lo cual no me sorprende porque los seductores encantos de esta sublime ciencia se manifiestan tan sólo a aquéllos que poseen el valor para ahondarla en profundidad. Sin embargo, cuando una persona, según nuestras costumbres y prejuicios, se ve obligada a tropezar con muchísimas más dificultades que un hombre, por pertenecer al sexo contrario, a la hora de familiarizarse con estos estudios espinosos y, a pesar de todo, consigue vencer los obstáculos y penetrar hasta sus rincones más oscuros, entonces esa mujer goza sin duda del ánimo más noble, de todo un talento extraordinario y de un genio superior. En efecto, nada me demostraría de un modo tan lisonjero y tan poco equívoco que los atractivos de esta ciencia que ha enriquecido mi vida con tantas alegrías no son una quimera, igual que no lo es la predilección con la que usted la ha honrado.*

Se emocionó al descubrir que su amigo postal era una talentosa mujer como acabamos de comprobar en la anterior cita. En 1808 Germain le envió a Gauss

una carta describiéndole el que sería su trabajo más importante en teoría de números. "Germain probó que si  $a, b, c \in \mathbb{Z}$  verificando  $x^5 + y^5 = z^5$  entonces  $x, y$ , o ambos deben ser divisibles por 5. El teorema de Germain es un caso particular del último teorema de Fermat cuando  $n = 5$ . [4] El último teorema de Fermat dice que si  $a, b, c \in \mathbb{Z}$ , la ecuación  $x^n + y^n = z^n$  no tiene solución para  $n > 2$ . Sophie no recibió respuesta de Gauss sobre este trabajo porque él dejó de trabajar en teoría de números después de ocupar su puesto como profesor de astronomía en la Universidad de Gotinga.

Gauss había guiado la investigación de Sophie, por lo que ahora ella empezó a buscar un nuevo mentor. Posteriormente se presentó a un concurso convocado por la Academia de París, referente a la elasticidad de superficies. Se apoyó en los trabajos de Euler sobre varillas elásticas. No resolvió el problema, pero proporcionó la estrategia y los conceptos a partir de los que luego se resolvería. La idea de considerar que la fuerza de la elasticidad es proporcional a la suma de las curvaturas principales es una aportación completamente original de Sophie, a la que ella llamó siempre "mi hipótesis", y la definición de curvatura media como media aritmética de las curvaturas principales también es suya. La curvatura total como producto de las curvaturas principales es una definición de Gauss. Gracias a estos conceptos se pudo avanzar en el estudio de la elasticidad, cuyo conocimiento permitió, un siglo más tarde, construcciones como la Torre Eiffel. A pesar de la importancia de su contribución al estudio de la elasticidad de los materiales, Sophie no figura entre aquellos científicos cuyo nombre se grabó en la emblemática torre por sus trabajos en este campo. Sophie comenzó a interesarse por la elasticidad cuando vio el experimento de Chladni, consistente en crear curvas de bellas simetrías sobre una membrana elástica, con arena esparcida, al golpear la membrana para hacerla vibrar. El experimento interesó a la Academia de Ciencias de París, que convocó un premio para el mejor trabajo sobre: "Dar una teoría matemática que explique el comportamiento de las superficies elásticas y comprobarla con la experiencia". El estudio de las superficies elásticas que Sophie Germain y otros matemáticos de la época desarrollaron contribuyó al avance en las técnicas del Cálculo Diferencial.

El premio de la Academia, sin embargo, tuvo una importancia inmediata ya que la introdujo en el círculo de los matemáticos más importantes de la época. Fue la primera mujer no esposa de un miembro de la Academia en asistir a las sesiones de la misma con la ayuda de Jean-Baptiste-Joseph Fourier. Fue elogiada por el Instituto de Francia e invitada a asistir a sus sesiones. Este fue .<sup>el</sup> mayor honor que este Cuerpo le concedía a una mujer". [12] Sophie trabajó con un matemático famoso de este tiempo de igual a igual [4] para pulir sus demostraciones y trabajos en teoría de números.

Sophie Germain fue una revolucionaria. Luchó contra los prejuicios sociales de la era y la falta de formación formal para convertirse en una celebrada matemática. Ella es conocida por su trabajo sobre teoría de números, aunque su trabajo en la teoría de la elasticidad es también importante para la Matemática. También podemos reseñar que en la ciudad de París existe una calle con su nombre: Rue Sophie Germain (distrito 14).

A continuación vamos a hacer un breve comentario sobre los números primos

de Sophie Germain:

Si  $p$  y  $2p + 1$  son ambos números primos, entonces el número natural  $p$  se dice que es Sophie Germain primo. Sobre el año 1825 Sophie Germain probó que el primer caso del último teorema de Fermat es cierto para tales primos. Esto significa que si es un Sophie Germain primo, entonces no existen números enteros  $x, y, z$  distintos y diferentes de 0 y no múltiplos de  $p$  tales que  $x^p + y^p = z^p$ . Los primeros Sophie Germain primos son 2, 3, 5, 11, 23, 29, 41, 53, 83, 89, 113, 131, . . .

## Capítulo 7

# Sofía Kovalevskaya

La rusa Sofia Kovalevskaya (1850-1891) fue una de las primeras mujeres que tuvo acceso a los estudios universitarios. Estudió en las Universidades alemanas de Heidelberg y Berlín, siendo una de las alumnas favoritas del matemático Karl Weierstrass, bajo cuya dirección se doctoró en la prestigiosa Universidad de Gotinga. Sus trabajos abarcaron varios aspectos de las Matemáticas y fue profesora de Matemáticas en la Universidad de Estocolmo.

Sofía Kovalevskaya, una extraordinaria mujer, no sólo fue una gran matemática, sino que también destacó como escritora y defensora de los derechos de la mujer en el siglo XIX. Fue su esfuerzo por obtener la mejor educación posible el que empezó a abrir las puertas de las universidades a las mujeres. Además, sus trabajos en Matemáticas hicieron que muchos de los matemáticos de la época reconsideraran su prejuicio que se basaba en la inferioridad de las mujeres en las diferentes disciplinas científicas.

Sofía Krukovsky Kovalevskaya nació en Moscú en 1850. No fue la típica chica alegre. Se sintió descuidada y sintió celos de su hermana mayor Anya, y de la menor, Fedya.

Las aportaciones de Sofía a las Matemáticas empezaron a temprana edad. Estudió las viejas lecciones de Cálculo de su padre que aparecían en un pequeño manuscrito que colgaba de su habitación. Sofía da crédito a su tío Peter en sus primeros destellos de curiosidad en Matemáticas. Peter se interesó por ella y discutió con ella numerosos conceptos abstractos. [16] Cuando tenía catorce años aprendió de forma autodidacta trigonometría para poder comprender la sección de Óptica de un libro de Física que estaba leyendo. El autor del libro y también su vecino, el profesor Tyrtov, estaba extremadamente impresionado por sus capacidades y convenció a su padre para que le permitiera marcharse a San Petersburgo y así poder continuar sus estudios.[16]

Después de acabar su escolarización en secundaria, Sofía decidió continuar sus estudios en la universidad. Sin embargo, las universidades que admitían a mujeres estaban en Suiza, y a una chica joven y soltera no se le permitía viajar sola. Para resolver este problema Sofía se casó (por conveniencia) con Vladimir Kovalevsky en septiembre de 1868. La pareja permaneció en San Petersburgo

los primeros meses de matrimonio y luego viajó a Heidelberg . La gente estaba cautivada por esta callada joven rusa con una reputación académica destacada. [15]

En 1870, Sofía decidió que quería seguir sus estudios bajo la tutela de Karl Weierstrass en la Universidad de Berlín. Weierstrass estaba considerado como uno de los matemáticos más importantes de la época, y al principio no tomó en serio a Sofía. Sólo después de examinar una batería de problemas que le propuso se dio cuenta de su valía. Sofía trabajó con Weierstrass durante cuatro años. Se suele citar como frase suya la siguiente:

*Estos estudios tuvieron la mayor influencia posible en toda mi carrera en Matemáticas. Determinaron final e irrevocablemente la dirección que yo debía seguir en mi trabajo científico posterior: todo mi trabajo ha sido elaborado bajo el espíritu de Weierstrass.*

Al final de esos cuatro años produjo tres artículos con la esperanza de ser galardonada con un grado. El primero de estos, *Sobre la Teoría de Ecuaciones en Derivadas Parciales*, fue incluso publicado en la revista de Crelle, un honor tremendo para una matemática desconocida. [16]

En julio de 1874, Sofía Kovalevskaya se doctoró en Matemáticas por la Universidad de Gotinga. A pesar de haber conseguido este título y de la ayuda de Weierstrass , no fue capaz de conseguir empleo. Ella y Vladimir decidieron volver con su familia en Palobino (Rusia). Poco tiempo después de haber vuelto a casa, su padre falleció inesperadamente. Fue durante este período de dolor cuando Sofía y Vladimir se enamoraron. Tuvieron una hija. Mientras estuvo en casa, Sofía abandonó su trabajo en Matemáticas y se dedicó a desarrollar sus habilidades literarias. Ella se introdujo en la ficción, reseñas teatrales, y artículos científicos para un periódico.

En 1880, Sofía volvió a sus trabajos en Matemáticas con fervor renovado. Presentó un artículo sobre *Integrales abelianas* en una conferencia científica que fue muy bien recibido. Una vez más se volvía a encontrar en la tesitura de encontrar trabajo en lo que más amaba: las Matemáticas. Decidió volver a Berlín, donde se encontraba Weierstrass. Estuvo allí hasta que falleció Vladimir. Él se suicidó cuando sus negocios quebraron. El dolor de Sofía la encerró en su trabajo más intensamente que en su vida pasada. [15]

Entonces, en 1883, la suerte de Sofía cambió de rumbo. Recibió una invitación de un conocido y anterior alumno de Weierstrass, Gosta Mittag-Leffler, para ocupar una plaza de profesora en la Universidad de Estocolmo. Al principio era sólo una plaza a tiempo parcial y de carácter temporal, pero después de cinco años, Sofía había probado sobradamente su valía en la Universidad. Ganó de forma tenue una posición en la Universidad, fue invitada por el editor de una revista matemática donde publicó algunos artículos, y en 1885, fue propuesta para ocupar la cátedra de Mecánica. Paralelamente, escribió junto con su amiga Anna Leffler la obra *El esfuerzo lleva a la felicidad*. [16]

En 1887, Sofía volvió a recibir noticias devastadoras. Su hermana Anya había muerto, lo cual fue especialmente duro para ella porque desde su infancia habían estado muy unidas. En 1888, presentó su artículo *Sobre la rotación de un sólido*

en torno a un punto fijo, con el que ganó el Premio Bordin convocado por la Academia francesa de la Ciencia. "Gracias al artículo de Sofía Kovalevskaya las únicas soluciones del movimiento de un sólido en torno a un punto fijo ha sido desarrollado para los dos casos en los que el sólido es simétrico". [16] En su artículo, Sofía desarrolló la teoría para un sólido asimétrico en el que el centro de masas no pertenece a ningún eje de simetría. El artículo fue tan altamente valorado que el premio se incrementó de 3000 a 5000 francos.

También en este período apareció un nuevo hombre en su vida. Maxim Kovalevsky, fue a Estocolmo a unas conferencias donde conoció a Sofía. El principal problema que tuvieron fue que Maxim pretendía que Sofía abandonara Estocolmo y dejara sus investigaciones para ser simplemente su esposa. Ella permaneció con él en Francia durante el verano y padeció numerosas depresiones. De nuevo, volvió a la escritura. Mientras estuvo en Francia, terminó de escribir sus "Memorias de la infancia". A finales de 1889, volvió a Estocolmo aunque volvía con frecuencia a París para visitar a Maxim. Súbitamente cayó enferma de depresión y neumonía. El 10 de febrero de 1891, Sofía Kovalevskaya falleció y el mundo científico lloró su muerte. Durante su carrera ella publicó diez artículos en Matemáticas y Física-Matemática y también varias obras literarias. Muchos de estos artículos científicos contenían teorías incipientes que fueron desarrolladas posteriormente. No hay duda de que Sofía Krukovsky Kovalevskaya fue una persona increíble.

El presidente de la Academia de las Ciencias, que galardonó a Sofía con el premio Bordin, dijo en cierta ocasión:

*Nuestros miembros firman que su artículo no sólo soporta sabiduría  
para profundizar y ampliar el conocimiento, sino una mente con gran  
inventiva.*

A continuación comentamos su aportación más importante al estudio de las Ecuaciones en Derivadas Parciales:

## 7.1. Teorema de Cauchy-Kovalevsky

Esta sección la dedicamos a estudiar un resultado clásico. El propio Newton obtuvo una ecuación diferencial ordinaria cuyo segundo miembro es expresable como la suma de una serie de potencias, la solución del problema de Cauchy también como una serie, calculándose los coeficientes por identificación. El caso de las ecuaciones en derivadas parciales es debido a Cauchy y a Sofía Kovalevsky. Vamos a plantear el problema en un contexto muy concreto, advirtiendo al lector, que una versión general puede encontrarla, por ejemplo, en [14].

$$\begin{cases} u_{tt} = F(t, x, u, u, u_t, u_x, u_x t, u_x x) \\ u(x, 0) = \phi_0(x) \\ u_t(x, 0) = \phi_1(x) \end{cases} \quad (7.1)$$

donde  $F(t, x, u, u, u_t, u_x, u_x t, u_x x)$ ,  $\phi_0$  y  $\phi_1$  se suponen funciones analíticas en todas sus variables en un entorno del origen.

Transformaremos el problema 7.1 en una forma equivalente para la que se enunciará el teorema de Cauchy-Kovalevsky sobre la existencia de una única solución analítica en un entorno del origen.

**Teorema de Cauchy-Kovalevsky**

Sea el problema

$$\begin{cases} U_t = A(x, U)U_x + B(x, U) \\ U(0, x) = 0 \end{cases} \quad (7.2)$$

tal que la matriz  $A$  y el vector  $B$  tienen componentes analíticas como funciones de  $(x, U)$  en un entorno del origen, entonces 7.2 tiene una única solución analítica.

# Bibliografía

- [1] M. Alic. *El legado de Hopatia. Historia de las mujeres en la ciencia desde la Antigüedad hasta fines del siglo XIX* Editorial Siglo XXI. 1981.
- [2] L. Anzoletti. *María Gaetana Agnesi*. Milan: L.F. Cogliati. 1990
- [3] R. Cooke. *The Mathematics of Sonya Kovalevskaya*. Springer-Verlag. 1984.
- [4] A.M. Dalmedico. *Sophie Germain*. Scientific American Diciembre. 1991.
- [5] H. Dubner. *Large Sophie Germain Primes*. Math. Comput. 1996.
- [6] M. DuBreil-Jacotin. *Women Mathematicians*. Ed. F. Le Lionnais. 1971.
- [7] H. Edwards. *Fermat's Last Theorem*. Springer-Verlag. 1977.
- [8] L. Keen. *Sonya Kowaleskaya. Her life and work*. Newsletter of the Association for Women in Mathematics, Vol 7. 1977.
- [9] R. Lacobacci. *Women of Mathematics*. Arithmetic Teacher, Vol 17. 1970.
- [10] A. Momigliano. *The conflict between paganism and christianity in the fourth century*. Oxford University Press. 1963.
- [11] X. Nomdedeu Moreno. *Mujeres, manzanas y matemáticas*. Nivola libros y ediciones, S.L. 2000.
- [12] L. Olsen. *Women in Mathematics*. Cambridge: the MIT Press. 1992.
- [13] E. Parsons. *The Alexandrian library: Glory of the Hellenic world; 1st rise, antiquities and destructions*. Elsevier. 1952.
- [14] I. Peral Alonso. *Primer curso de Ecuaciones en Derivadas Parciales*. Addison-Wesley Iberoamericana S.A. 1995.
- [15] T. Perl. *Math equals: Biographies of women mathematiticians plus related activities*. Addison-Wesley. 1978.
- [16] K. Rappaport. *S. Kovalevsky: A Mathematical Lesson*. The American Monthly 88. 1981.
- [17] Socrates Scholasticus. *The murder of Hypatia*. Anne Fremantle ed. 1953.