

SOPHIE GERMAIN

(1776-1831)

María Molero
Adela Salvador



BIBLIOTECA DE MUJERES
Ediciones del Orto

BIBLIOTECA DE MUJERES

SOPHIE GERMAIN

(1776-1831)

María Molero
Adela Salvador

Ediciones del Orto

BIBLIOTECA DE MUJERES

Directora
Cristina Segura Graño

ÍNDICE

I. CUADRO CRONOLÓGICO	7
A) Biografía de Sophie Germain.	8
B) Acontecimientos culturales y sociopolíticos	9
II. VIDA Y OBRA DE SOPHIE GERMAIN	11
1. Introducción	12
2. Su infancia	14
3. La Escuela Politécnica	17
4. Investigaciones en Teoría de Números	24
5. El Premio Extraordinario	29
6. Publicaciones de su obra	40
7. La amistad entre Germain y Libri	44
8. Reconocimiento póstumo	48
III. SELECCIÓN DE TEXTOS	51
Investigaciones en Teoría de Números:	52
Cartas sobre datos biográficos.....	58
Investigaciones en Teoría de la Elasticidad.	60
Obra filosófica.....	74
IV. BIBLIOGRAFÍA.....	89

Sophie Germain fue una matemática autodidacta. Nació en París en las últimas décadas del Siglo de las Luces. Tuvo que servirse del correo, a veces bajo un pseudónimo, como único medio de acceder a una formación científica y de comunicarse con otros investigadores. Sus primeros trabajos en Teoría de Números los conocemos a través de su correspondencia con C. F. Gauss, con el que mantenía oculta su identidad bajo el pseudónimo de Monsieur Le Blanc. En 1816 consiguió el Premio Extraordinario de las Ciencias Matemáticas que la Academia de Ciencias francesa otorgaba al mejor estudio que explicara mediante una teoría matemática el comportamiento de las superficies elásticas. En los últimos años de su corta vida, además de trabajos matemáticos, escribió un ensayo filosófico que Augusto Comte elogió en su obra

María Molero, doctora en Matemáticas, es profesora en París.

Adela Salvador, doctora en Matemáticas, es profesora titular de la E. T. S. de Ingenieros de Caminos de la Universidad Politécnica de Madrid.

Conjuntamente han escrito varios libros y artículos, e investigado sobre *conjuntos difusos*, didáctica de las matemáticas y sobre biografías de mujeres matemáticas. En la actualidad, desde la distancia, continúan colaborando.

I

CUADRO CRONOLÓGICO

A) Biografía de Sophie Germain.

- 1776, 1 de abril: nace en París Sophie Germain
- 1789 Se refugia en la biblioteca de su padre para huir de los conflictos sociales
- 1794 Se crea la Escuela Politécnica de París. Sophie estudia con el seudónimo de Monsieur Le Blanc
- 1796 Presenta un trabajo a Lagrange. Su identidad femenina impresiona a la comunidad científica
- 1797 Encuentro con Lalande y carta de éste excusándose
- 1801-1803 Se dedica al estudio de la Teoría de Números
- 1804-1809 Sophie escribe 10 cartas a Gauss, las primeras cartas están firmadas con el pseudónimo de M. Leblanc
- 1806 Sophie interviene ante el general Perneti para velar por la seguridad de Gauss.
- 1807 Sophie revela a Gauss que ella es M. Leblanc El 30 de abril Gauss le agradece en una carta su intervención .
- 1808 Ernst Chladni presenta en París sus experiencias sobre la vibración de superficies elásticas
- 1808 Sophie comunica a Gauss el teorema que lleva su nombre.
- 1809 La Academia de Ciencias propone como tema para el concurso del "Prix Extraordinaire" explicar las experiencias de Chladni
- 1811, 21 de septiembre: Sophie presenta su primera memoria sobre la teoría de la elasticidad.
- 1812 La Academia la considera incompleta y se vuelve a convocar el concurso.
- 1813, abril. Muere Lagrange
- 1813 Sophie presenta su segunda memoria sobre la teoría de la elasticidad
- 1814, 3 de enero: se le concede una mención de honor y se vuelve a convocar el concurso.
- 1815, 1 de agosto: Poisson lee su memoria ante la 1ª Clase del Instituto
- 1816, 8 de enero: La Academia de Ciencias otorgó a Sophie el Prix Extraordinaire, pero ella no fue a recogerlo
- 1819 Vuelve al estudio de la Teoría de Números. Reanuda su correspondencia con Gauss
- 1821 Publica "Recherches... "
- 1823 Sophie pudo asistir a sesiones públicas de la Academia
- 1825 Encuentro con G. Libri
- 1826 Publica "Remarques..."
- 1828 Se publica "Examen de principes..."
- 1830, 16 mayo: Muere J. J. Fourier
- 1831, 27 de junio: Muere Sophie
- 1831 Se publican sus últimos trabajos matemáticos en el Crelle's Journal
- 1832 G. Libri escribe su biografía
- 1833 Su sobrino publica su obra filosófica.

B) Acontecimientos culturales y sociopolíticos.

- 1774 Sube al trono de Francia Luis XVI. Nombra ministro de finanzas a Turgot.
- 1775 Guerra de Independencia de las 13 Colonias (hoy EEUU).
- 1776, 4 de julio: Declaración de Independencia de los Estados Unidos de América.
- 1783 Tratado de Versalles: Gran Bretaña reconoce la independencia americana
- 1784 Ley de Coulomb.
- 1787, 17 de septiembre: Se aprueba la Constitución de los Estados Unidos de América
- 1788 Se publica: *Mécanique analytique* de Lagrange
- 1789, 5 de mayo: Se reúnen en Versalles los Estados Generales.
- 1789, 17 de junio: Los Estados Generales se convierten en Asamblea Nacional.
- 1789, 14 de julio: Toma de la Bastilla
- 1789, 26 de agosto: Se aprueba la Declaración de los Derechos del Hombre, francesa.
- 1791, 20 de junio: Luis XVI y su familia se escapan de París. Son detenidos en Varennes.
- 1791, 3 de septiembre: Se aprueba la 1ª Constitución francesa. El 14 de septiembre es aceptada por Luis XVI
- 1791, 1 de octubre: Se inicia en Francia la Asamblea Legislativa que dura hasta septiembre de 1792.
- 1792, 21 de septiembre: Proclamación de la 1ª República Francesa. Se inicia La Convención Nacional (fase exaltada de la revolución)
- 1792 Se crea la 1ª Coalición Europea contra Francia, que dura hasta 1799.
- 1793, 21 de enero: Luis XVI es guillotinado.
- 1793, 6 de abril: Se crea el Comité de Salud Pública, lo preside Danton. (Época del Terror)
- 1793 Lavoisier, creador de la química moderna es guillotinado.
- 1794 Se publica *Éléments de Géométrie* de Legendre.
- 1794, 28 de julio: Golpe de Estado del 9 Termidor: Robespierre y 84 de sus partidarios son ejecutados.
- 1795 Creación en Francia de La Escuela Normal, el Instituto Nacional de las Ciencias y las Artes, el Conservatorio de Artes y Oficios y el Museo de Monumentos franceses.
- 1795, septiembre. Se aprueba la 2ª Constitución francesa por la que se crea el Directorio que dura hasta noviembre de 1799.
- 1795 Se publica: *Feuilles d'Analyse* de Monge.
- 1796-1797 Campaña de Italia. Grandes victorias de Napoleón.
- 1796 Se publica: *Système du monde* de Laplace.
- 1797 Se publica: *Fonctions analytiques* de Lagrange
- 1798 Legendre publica: *Essai sur la théorie des nombres*.

- 1798-1799 Campaña de Egipto dirigida por Napoleón.
- 1799 Sistema métrico decimal.
- 1799 (9-10 de noviembre) Golpe de estado del 18 Brumario. Comienza el Consulado, que dura hasta 1804. Napoleón es nombrado primer cónsul y desde 1802 cónsul vitalicio.
- 1799-1802: 2ª Coalición europea contra Francia.
- 1800, Volta descubre la pila eléctrica.
- 1801 Se publica: *Disquisitiones arithmeticae* de Gauss.
- 1804, 18 de mayo: Napoleón Bonaparte es nombrado emperador hereditario
- 1805 3ª Coalición contra Francia, Los franceses son derrotados en Trafalgar y vencen en Austerlitz.
- 1806-1807 4ª Coalición contra Francia. Acuerdos de Tilsitt entre Napoleón y el Zar Alejandro. Se divide Europa entre Francia y Rusia.
- 1808-1814 Guerra de Independencia española contra la ocupación francesa. Termina con la batalla de Vitoria y el tratado de Valençay.
- 1809 5ª Coalición contra Francia. Termina con la Paz de Viena en la que se acuerda el matrimonio de Napoleón con la princesa austriaca Mª Luisa.
- 1812 Campaña de Rusia y formación de la 6ª Coalición contra Francia, que es derrotada en 1816 en la batalla de Leipzig.
- 1814, 6 de abril: Abdicación de Napoleón. Luis XVIII es nombrado rey de Francia. Comienza el periodo de La Restauración (1814-1830). Napoleón es desterrado a la isla de Elba
- 1815, Darwin publica su *Histoire Naturelle ...* donde afirma la evolución de las especies.
- 1815 (de marzo a junio) Gobierno de los 100 Días de Napoleón. 7ª Coalición contra Francia que es derrotada en la batalla de Waterloo. Napoleón es desterrado a Santa Elena.
- 1815 Congreso de Viena. Reunido de septiembre de 1814 a junio de 1815. Dirigen el congreso y toman acuerdos 5 grandes potencias: Inglaterra, Austria, Prusia, Rusia y Francia.
- 1822 J. J. Fourier publica *Théorie analytique de la chaleur*.
- 1824, S. Carnot, con su *Réflexions ...* funda la termodinámica.
- 1826 Fundación del Crelle's Journal
- 1829 Geometría de Lobachewski
- 1830 Legendre publica: *Théorie de nombres*.
- 1832 Máquina analítica de Babbage
- 1830 julio. Revolución en Francia. Abandonan el poder los borbones y es nombrado rey Luis Felipe de Orleans
- 1831, febrero Insurrecciones en Estados y reinos italianos entre ellos en Toscana.
- 1835 A. Comte publica: *Cours de philosophie positive Vol II*
- 1848, 10 de diciembre: 2ª República francesa. Se elige presidente a Luis Napoleón .

II

VIDA Y OBRA DE SOPHIE GERMAIN

1. INTRODUCCIÓN

Sophie Germain fue una gran matemática autodidacta. Nació en París en las últimas décadas del Siglo de las Luces.

La historia de Sophie es la de una matemática brillante que tuvo dificultades para desarrollarse plenamente en sus años de formación ya que le fue vedado el acceso a una educación matemática formal; aún en su madurez, cuando ya era conocida, tuvo que trabajar en solitario porque una jerarquía científica, totalmente masculina, la excluía.

Durante su niñez los cambios políticos y sociales que se producían en Francia y que no acababa de comprender, determinaron que desde muy pequeña considerara la Ciencia, y especialmente las Matemáticas, como el estímulo intelectual que daba sentido y tranquilidad a su existencia.

Sus primeros trabajos en Teoría de Números, los conocemos a través de su correspondencia con C. F. Gauss, con el que mantenía oculta su identidad bajo el pseudónimo de Monsieur Le Blanc. El teorema que lleva su nombre fue, durante casi cien años, el resultado más importante, para demostrar el último teorema de Fermat.

Posteriormente sus investigaciones se orientaron a la teoría de la elasticidad, y en 1816 consiguió el Premio Extraordinario de las Ciencias Matemáticas que la Academia de Ciencias de París otorgaba al mejor estudio que explicara mediante una teoría matemática el comportamiento de las superficies elásticas. En los últimos años de su corta vida, además de sus investigaciones matemáticas escribió sobre

historia y filosofía de la ciencia, trabajo que Augusto Comte citó y elogió en su obra.

El Siglo de las Luces no estaba preparado para reconocer el brillo de una mujer que dedicó gran parte de su vida a la Ciencia. Se vio relegada a permanecer al margen de la comunidad científica, que recibía sus trabajos con envidia o escepticismo. Su aislamiento no fue tan evidente cuando investigaba en teoría de números, pero cuando comenzó a trabajar en física matemática no tuvo los medios de percibir la modificación de las formas y del estatus del trabajo científico en esa época, un trabajo cada vez menos solitario y ligado a la comunidad científica. Tuvo que servirse del correo, a veces bajo un pseudónimo, como única forma de comunicarse con otros investigadores cuando le era negado el espacio entre ellos. Sophie quiso entrar en ese “universo masculino” con su trabajo, consciente de que la causa de su exclusión se debía a ser mujer y no a su capacidad que sólo posteriormente fue reconocida. *“Su obra es de aquellas de las que la Ciencia y la Filosofía ha sacado provecho y honor y su nombre pertenece a la historia del progreso de la humanidad”*¹.

Aunque su obra merecía el reconocimiento académico, nunca recibió título alguno. Una calle de París y un Liceo llevan su nombre, una placa, en la casa donde murió, (el número 13 de la rue de Savoie), la recuerda como matemática y filósofa. Recientemente el Instituto de Francia, a propuesta de la Academia de Ciencias, concede anualmente “Le

¹ En «Oeuvres Philosophiques de Sophie Germain » pp. 2.

prix Sophie Germain”. Pero todo este reconocimiento es póstumo, ya que incluso en su certificado de defunción figura “rentista” como su profesión en lugar de matemática [Texto 55].

2. SU INFANCIA

El Siglo de las Luces se considera una época de esplendor para el progreso de las ciencias y la filosofía, sin embargo sus principales pensadores tienen el firme convencimiento de la inferioridad intelectual de la mujer. Esto no deja de ser paradójico cuando los salones organizados por las mujeres de alta condición social son uno de los lugares claves para la propagación de las ideas de la Ilustración.

La búsqueda de modelos educativos en un momento en el que el discurso revolucionario hablaba de igualdad, puso de manifiesto la necesidad de crear redes públicas de instrucción. Sin embargo se siguió relegando a la mujer al aprendizaje de las “pequeñas ciencias” con las que podrían conseguir un modesto empleo y responder a las necesidades de mano de obra de las urbes en expansión. Los rudimentos de lectura y escritura, pocos y mal aprendidos, no seguían practicándolos, con lo que su contacto con la cultura cesaba a corta edad.

Las jóvenes burguesas se educaban en los conventos o en sus casas, en donde se las preparaba para el futuro papel de esposas y madres. En los conventos se mantenía la idea de evitar los “conocimientos inútiles” que sirven para el “engreimiento del espíritu”. La instrucción en sus casas les posibilitaba el acceso a las bibliotecas de sus padres, así como la posibilidad de encontrarse, en

algunos casos, con profesores con talento para enseñar y para descubrirles campos del saber acordes a sus intereses. Sin embargo el acceso de las mujeres al conocimiento científico seguía quedando obstruido.

Sophie Germain nació el día 1 de Abril de 1776, en la calle de San Denis de París, en una familia acomodada de comerciantes. Fue la segunda hija de las tres del matrimonio entre Marie-Madelaine Gruguelin y Ambroise-François Germain.

Su padre era un burgués cultivado y liberal dedicado al comercio de la seda, que participó activamente en la Revolución Francesa y fue elegido diputado de los Tiers-État en la primera Asamblea Constituyente de 1789. Era partidario de las reformas sociales, económicas y financieras del ministro Turgot, que siendo progresista no era partidario de la violencia, y además era amigo de Condorcet. Llegó a ser director de la Banca Nacional durante un corto periodo de tiempo. Sin embargo la tendencia que tomó la política en los años siguientes, cada vez más radical, y los sucesos violentos que se produjeron, le apartaron de la vida pública. Murió en 1821 a los 95 años.

Cuando estalló la Revolución, Sophie tenía 13 años. Era una niña tímida, desconfiada y encerrada en sí misma. Es natural que en aquella época los debates políticos fueran el tema usual de las reuniones que tenían lugar en su casa, pero su reacción fue revelarse a estas discusiones, pues no comprendía que fueran tan importantes, y trató de encontrar un estímulo intelectual que le permitiera abstraerse de ellas. Convencida de que su familia sólo pensaba en el

dinero y la política, se refugió en la lectura, comenzando con las obras de la biblioteca de su padre.

Su interés por las matemáticas surgió después de leer la “Historia de las Matemáticas” de Jean-Baptiste Montucla. En particular le impresionó la leyenda de la muerte de Arquímedes en Siracusa, por los soldados romanos, mientras estaba absorto en un problema de geometría. Quedó tan conmovida por el fuerte efecto de la Matemática, que era capaz de hacer olvidar la guerra, incluso una amenaza de la muerte, que decidió dedicarse a su estudio.

Leía todo lo que caía en sus manos con un ardor que preocupaba a su familia. El matemático italiano Libri, que más tarde será su amigo, nos cuenta como superó los obstáculos que sus padres habían ideado para frenar su pasión hacia las matemáticas. Para que no pudiera estudiar a escondidas de noche, y tuviera el descanso necesario, decidieron dejarla sin luz, sin calefacción y sin sus ropas. Sophie parecía dócil, pero sólo en las apariencias, de noche, mientras su familia dormía, se envolvía en mantas y estudiaba a la luz de una vela que previamente había ocultado. Un día la encontraron dormida sobre su escritorio, con la tinta congelada, delante de una hoja llena de cálculos.

Su tenacidad venció la resistencia de sus padres que aunque no comprendían su dedicación a las matemáticas, conmovidos, sin duda, por la férrea voluntad de su hija, terminaron por dejarla libre para estudiar. Comenzó por el tratado de aritmética de Étienne Bezout para seguir con el de cálculo diferencial de A. J. Cousin.

Durante los años del terror 1793 y 1794 Sophie vivió abstraída de los conflictos sociales y políticos estudiando, por su cuenta, cálculo diferencial. Personas que la conocieron comentaron que Sophie, al final de su vida, todavía recordaba con felicidad el momento en el que por fin comprendió el lenguaje del análisis. Pero se le presentó una nueva dificultad para poder profundizar en los textos científicos, necesitaba saber latín y comenzó a estudiarlo, sin ninguna ayuda, para poder así descifrar las obras de Isaac Newton y Leonhard Euler.

3. LA ESCUELA POLITÉCNICA DE PARÍS.

En 1794 la joven República Francesa, que había olvidado el entusiasmo de 1789 con la conmoción que supuso la caída de la monarquía y los excesos del terror, se encontraba en una situación política y científica desesperada. Tenía enemigos fuera y dentro de Francia y carecía de científicos y técnicos. Para resolver esta situación el Comité de Salud, aconsejado por científicos, como el matemático Monge y el químico Fourcroy, publicó un decreto el 11 de marzo de 1794 para la creación de L'École Centrale de Travaux Publics, que desde septiembre de 1795, se llamó École Polytechnique (Escuela Politécnica). En nueve meses estuvo creada, los alumnos fueron elegidos por concurso en todo el territorio francés, los profesores eran los más importantes científicos del momento Lagrange, Prony, Monge, Fourcroy, Vauquelin, Berthollete, Chaptal, Guyton de Morveau, etc. y se utilizaron como locales las dependencias del Palais Bourbon en París.

Para que la falta de medios materiales no fuera un impedimento para estudiar en la Escuela, todos

aquellos jóvenes franceses que merecían entrar, por sus conocimientos y por su inteligencia, recibían un salario anual y se alojaban en domicilios de familias cercanas al Palais Bourbon, que debían tratarlos como a sus propios hijos. Para supervisar esta acogida el Director de los Estudios y el médico de la Escuela visitaban regularmente a las familias.

El objetivo de esta Escuela era dotar a los alumnos de una sólida formación científica, en matemáticas, física y química para poder acceder a las escuelas especiales del Estado, como la Escuela de Ingeniería Militar, la Escuela de Minas o la Escuela de Caminos. El 21 de diciembre ya estaba creada y comenzó a funcionar con 400 alumnos que realizaron un curso de tres meses que fue denominado “el curso revolucionario” y que permitió clasificar a los alumnos en tres niveles, los que se incorporaban directamente a las escuelas especiales, los que necesitaban un curso de enseñanza y los que necesitaban dos.

Durante casi diez años los alumnos de la Escuela Politécnica fueron un modelo, por su vida dedicada al estudio, y de ella surgirán los científicos franceses más importantes. Su relevancia en esta época fue tan grande que dos profesores, Monge y Berthollet, y 42 alumnos, acompañaron a Napoleón, como expedición científica, en su campaña a Egipto.

Sin embargo en el París del Imperio, los alumnos de la Escuela se mostraban indisciplinados con un régimen político que no les convencía y en 1804 Napoleón decidió convertirla en una escuela con régimen militar y trasladar su ubicación a la montaña de Santa Genoveva en la que permanecerá hasta 1976.

También se debe a Napoleón la consigna que figurará en su bandera “Para la patria, las ciencias y la gloria”.

A partir de entonces los alumnos de la Escuela Politécnica tuvieron una participación activa y decisiva en todos los acontecimientos sociales y políticos de Francia, con un comportamiento, en general, opuesto al régimen y siempre revolucionario, lo que contribuyó a que fuera cerrada varias veces, trasladada fuera de París y admirada por los ciudadanos que reconocían el valor de esos jóvenes que arriesgaban su vida por sus ideales, pero sólo los alumnos, en masculino, porque las mujeres no serán admitidas en la Escuela hasta 1972.

Sophie tenía 18 años en 1794, cuando se fundó la Escuela Politécnica. Como las mujeres no eran admitidas, consiguió hacerse con apuntes de algunos cursos, entre ellos, el de química de Fourcroy y, sobre todo, el de Análisis de Lagrange.

Al final del período lectivo los estudiantes tenían la costumbre de presentar sus eventuales investigaciones y observaciones a sus profesores. También Sophie envió un trabajo a Joseph Louis Lagrange (1736-1813) firmándolo como Antoine-Auguste Le Blanc, un antiguo alumno de la Escuela, un año mayor que ella, que iba a estudiar en la Escuela de Caminos.

No se sabe si había entre ellos una relación de amistad. El conocimiento de las costumbres sociales de la época no permite apreciar el margen de maniobra de una joven de su clase social, con sus intereses y sus capacidades intelectuales. Si Sophie llevaba una vida austera, encerrada en sí misma, evitando reuniones sociales y frivolidades, no manifestaba ninguna

timidez cuando estaban en juego cuestiones relacionadas con su formación intelectual o con el saber científico.

El trabajo de Sophie impresionó a Lagrange por su originalidad y se interesó por conocer al autor. Al saber su verdadera identidad, la felicitó personalmente y le predijo éxito como analista, animándola de esta forma a seguir estudiando.

El encuentro con Lagrange la hizo famosa en la comunidad científica, pronto comenzó a relacionarse, por carta o personalmente, con científicos conocidos de la época que le comunicaban sus trabajos, le enviaban sus obras o le solicitaban una entrevista para conocerla.

A. J. Cousin matemático y autor de "*Leçon sur le Calcul Différentiel et Intégral*", obra que Sophie había estudiado, la visitó en su casa. Otros le enviaban paradojas y problemas insignificantes, al estilo del siglo XVIII, que ella resolvía sin ninguna dificultad. Esto favoreció a que su formación científica fuera desordenada y aleatoria: libros, problemas, notas de lectura, al capricho de encuentros y discusiones, sin ningún plan. Ciertas lagunas en su formación le perjudicarán toda su vida.

Tantas muestras de simpatía, y tantas amistades ilustres no fueron para ella objeto de vanidad ni una ocasión para la distracción sino un estímulo para su trabajo. Se puso al corriente de los cursos, los libros y los nuevos descubrimientos, leía a los poetas y cultivaba las artes y sobre todo se dedicó a perfeccionar su formación matemática.

En 1802 el humanista J. B. Gaspard d'Ansse de Villoison le dedicó unos versos en latín en el "*Magasin encyclopédique*". El poema que rendía homenaje a su talento estaba destinado a celebrar el nacimiento del astrónomo Lalande. Cuando Sophie recibió la carta del poeta, comentándole la publicación, lo tomó como una ofensa a pesar de que el helenista quemó otros versos en griego, que también le había dedicado, y le dio su palabra de honor de no volver a hablar de ella en ningún escrito y mantener su musa "callada y encadenada" [Texto 16]. Unos días más tarde, y ante la impotencia del autor para impedirlo, se volvió a publicar el poema en la revista "*Bibliothèque française*".

Aunque se habla de la excesiva modestia de Sophie, posiblemente su enfado radicaba en que no era ser musa de un poeta el reconocimiento que esperaba por su trabajo. Estaba siendo considerada como un "fenómeno" cuando ella lo que pretendía era un trato de igualdad que prescindiera de su condición femenina.

Pero lo que más indignó a la joven matemática de entonces 21 años, fue una visita de Lalande², el autor de "*L'Astronomie des Dames*" (1785) en noviembre de 1797. A partir de la carta [Texto 15] que le escribió Lalande para excusarse, al día siguiente de la entrevista, nos podemos hacer una idea de lo que fue aquel encuentro.

² Lalande tenía fama de intrigante y con malas intenciones, de él comentó D'Alembert "se mezcla en todo y no hace nada"

Para entender la reacción de Sophie tenemos que comentar el éxito que tenía en el siglo XVIII una literatura, que pretendía ser de divulgación científica orientada, especialmente, al público femenino. En estas obras la formación científica era prácticamente nula y además presentaban una imagen de la mujer como un ser frívolo, un poco atolondrado, incapaz de realizar ninguna abstracción. El objetivo de estas obras era casi más reprochable. Se pretendía que las mujeres, excluidas totalmente de una formación científica, tuvieran un baño de culturilla que les permitiera participar, sin entender seriamente nada, en las conversaciones de los salones en los que se hablaba de Ciencia. De esta manera se fomentaba la admiración de las mujeres hacia los hombres de ciencia que se lucían, respondiendo brillantemente a las ingenuas preguntas que ellas formulaban.

Muchos de estos libros son un diálogo entre una dama, casi siempre marquesa, que aprende física de su interlocutor. Algunos de los más conocidos son: “Entretiens sur la pluralité des mondes” de Fontanelle y el más famoso: “Newtonianisme pour les Dames” de Algorotti. Para Algorotti las mujeres sólo se interesan por la galantería y el amor, por lo que elige ese recurso para enseñarles Física. Por ejemplo, una de las preguntas del libro es la siguiente: “*¿Por qué razón las señoras utilizan un rojo de labios más intenso para ir a un palco de la ópera que para dar un paseo por las Tullerías?*”

A lo que Newton, que está presente en el libro, nos da la respuesta: “*La luz de la ópera no es tan blanca como la luz del día, es un poco amarilla y cuando la*

hacemos pasar a través de un prisma se observa que los rayos amarillos son los más brillante. Así las mujeres tendrán que intensificar su rojo de labios porque estará debilitado por este tipo de luz (...) Esta razón hace que se aumente la dosis de rojo para ir a la ópera sin que el rojo de las Bellas y los ojos de sus Adoradores encuentren diferencia entre las bombillas y la claridad del día”.

En otro párrafo la virtual marquesa acaba por comprender la ley del cuadrado de las distancias porque está familiarizada con la siguiente analogía: “Yo creo que el amor se rige por esta ley de los cuadrados respecto a los lugares e incluso respecto a los tiempos; así después de ocho días de ausencia la ternura llega a ser 64 veces mayor”. Consideraciones de este tipo son tan numerosas que ocultan los pocos párrafos en los que de verdad se habla de física.

Hay que reconocer que el libro de Lalande no es tan grotesco, en él las mujeres formulan preguntas sobre Astronomía que él intenta resolver sin utilizar ningún tipo de cálculo. Pero Sophie que leía “Les Principia Mathematica” de Newton o “Le Système du monde” de Laplace no soportaba que se le recomendara un libro relacionado con esta literatura pseudocientífica y le hizo saber a Lalande que no estaba interesada en su amistad. Posiblemente lo que más le molestaba de este tipo de literatura es que estuviera dedicada a las mujeres a las que, precisamente, se les vetaba el acceso a una formación científica seria.

Sophie vivía apartada de la comunidad científica masculina, tampoco pertenecía a la de las mujeres que, a través de los hombres de su familia, se introducían

en la vida científica. Algunos contemporáneos comentaban que Sophie era una persona modesta y reservada, pero no sabemos exactamente si su timidez era una forma de evitar las reuniones sociales y la vida mundana o una convicción íntima de su superioridad que le hacía considerar su trabajo, apartado de la escena social, pero dirigido hacia el progreso de la verdad, en el sentido de los Enciclopedistas.

4. INVESTIGACIONES EN TEORÍA DE NÚMEROS.

En 1798, Adrien-Marie Legendre (1752-1833) había publicado “Essai sur la théorie des nombres” y en 1801, apareció el libro de Karl Friedrich Gauss (1777-1855) “Disquisitiones Arithmeticae”. Sophie, impresionada por estas obras, se dedicó a su estudio animada por Legendre y Lagrange. Tardó varios años en asimilar los nuevos y difíciles métodos de la obra de Gauss, pero el dominio de este tema le permitirá realizar importantes investigaciones a la vez que contactos profesionales con verdaderos científicos.

Alrededor de 1630 Pierre Fermat escribió en el margen de un libro de “La Aritmética” de Diofanto lo que ha sido durante mucho tiempo la conjetura de Fermat, también llamado, el último teorema de Fermat. Esencialmente dice que “la ecuación $x^n + y^n = z^n$ no admite solución entera cuando n es un número natural mayor que 2” y escribió a continuación: “*he descubierto una demostración maravillosa de esta afirmación pero no tengo suficiente espacio en este margen para explicarla*”. Cuando n es igual a 2 se trata de la ecuación $x^2 + y^2 = z^2$ que es la relación que establece el teorema de Pitágoras entre los lados de un triángulo rectángulo. Se conoce, desde la antigüedad,

que existen infinitas ternas de números naturales que verifican esta ecuación como, por ejemplo (3, 4, 5) y (5, 12, 13). Sin embargo nunca se había encontrado una terna de números que verificara la ecuación cuando n es mayor que dos.

Fermat era abogado y sólo un matemático aficionado que se negó a publicar sus resultados. Después de su muerte en 1665, su hijo Samuel publicó los trabajos de su padre.

Desde la publicación en 1670 de los trabajos de Fermat hasta 1995 los matemáticos y matemáticas más importantes de todo el mundo han dedicado su tiempo y su esfuerzo a resolver este teorema y entre ellos Sophie Germain.

Por la variedad de los métodos imaginados y las técnicas matemáticas inventadas, intentar resolver esta conjetura ha contribuido de una manera muy significativa al desarrollo de las matemáticas.

La última demostración, por la que se ha considerado que este teorema ya está demostrado, no estuvo exenta de problemas. El 23 de junio de 1993 Andrew Wiles, un matemático británico que trabaja en Princeton, anunció en el transcurso de un coloquio en Cambridge que había conseguido demostrar la conjetura de Fermat, sin embargo la prueba se consideró incompleta y hubo que esperar a 1995 para obtener una demostración válida.

Tampoco creemos que Fermat tuviera una demostración del teorema que ha estado más de 300 años sin resolverse, posiblemente él mismo detectó un error en su supuesta prueba y por esa razón no la escribió.

Entre 1804 y 1809 Sophie escribió a Gauss una decena de cartas mostrándole sus investigaciones en teoría de números orientadas a resolver el último teorema de Fermat. Temerosa del ridículo que en aquella época suponía una mujer erudita, las primeras cartas estaban firmadas con el seudónimo “Monsieur Le Blanc”, de nuevo utilizó el seudónimo de su supuesto amigo politécnico.

Pero esta correspondencia fue irregular, Gauss estaba tan ocupado en su propia investigación que sólo contestaba las cartas cuando el trabajo de Sophie estaba relacionado con sus propios teoremas.

Su primera carta está fechada en noviembre de 1804. Al final de sus demostraciones le expresaba su preocupación por importunar a un hombre al que tanto admiraba [Texto 1].

Gauss, ante la elegancia de sus demostraciones y a pesar de su carácter exigente y poco complaciente, le enviaba respuestas más que elogiosas. Se pueden observar en texto 2 sus alabanzas, y como se dirige a Sophie como “Señor” (Monsieur).

En 1806 con motivo de la conquista de Prusia por Napoleón, en la campaña de Iéna, Sophie temió por la vida de Gauss al recordar lo que le había ocurrido a Arquímedes y se puso en contacto con un militar amigo de su familia, el general Perneti, Jefe del Estado Mayor de artillería de la Armada, para pedirle que vigilara su seguridad. La carta de Sophie llegó cuando el general estaba precisamente en Breslau, cerca de Brunswick, la ciudad de Gauss. El militar se interesó por la petición de Sophie y envió a un jefe de batallón a buscarlo. El oficial encontró a Gauss y lo

invitó a cenar con él en casa del Gobernador. En la carta que este oficial dirige al general le comenta que había hablado con Gauss y que éste agradecía su mediación pero que afirmaba no conocer ni al general ni a Sophie Germain, de hecho la única mujer que conocía de París era Mme Lalande³. El general escribió a Sophie y a la vez le reenvió esta carta. Sophie no tuvo elección tuvo que escribir a Gauss y revelar la verdad: ella era Monsieur Le Blanc [Texto 3]. Gauss sorprendido al conocer su identidad, en la carta fechada el 30 de abril de 1807, escribió alabando su talento, su valor y su genio, comentando cómo una mujer encuentra más obstáculos que un hombre para trabajar en Matemáticas debido a los prejuicios [Texto 4].

En 1808 comunicó a Gauss su más brillante descubrimiento en Teoría de Números. Es el teorema que lleva su nombre. Demostraba que si x , y , z son números enteros, tales que $x^5 + y^5 + z^5 = 0$ entonces, al menos uno de los números x , y o z debe ser divisible por 5. Pero Gauss nunca contestó a esta carta.

Parece que no existe ninguna razón para dudar de la sinceridad de Gauss en la carta de 1807, ni que sus elogios fueran un modo de agradecimiento. Varias razones sustentan esta hipótesis. En principio, y por lo que conocemos de la personalidad de Gauss, las falsas alabanzas no encajaban con su difícil carácter, además en su correspondencia con Olbers habla de Sophie en

³ Le Français de Lalande, que había calculado para su tío el astrónomo Lalande las tablas horarias que aparecieron en su *Abrégé de Navigation*, aunque éste no la citó.

estos mismos términos [Texto 5], por otra parte si tanto era su agradecimiento no se comprende que no respondiera a esta última carta.

Todo nos induce a pensar que si Gauss no contestó fue porque estaba inmerso en otros trabajos y otras investigaciones muy diferentes. Hay que tener en cuenta que en 1807 había sido nombrado director del observatorio astronómico de Göttingen y en esta época comenzó a interesarse por la Astronomía y la Mecánica Celeste, dejando de momento la Teoría de números, que no volverá a interesarle hasta 20 años más tarde. Además la muerte de su esposa Johanna en 1809 fue un duro golpe en su vida personal.

El Teorema de Germain constituyó un paso importante para demostrar el último teorema de Fermat, en general [Texto 8] y en particular para $n=5$ [Texto 7]. En 1825 Legendre y Dirichlet completaron la demostración para el caso $n = 5$.

Durante casi cien años el teorema de Germain será el resultado más significativo relacionado con la conjetura de Fermat [Texto 12]. En la actualidad, además de su importancia, resalta la elegancia y simplicidad de la demostración [Texto 11].

Aunque de momento Sophie abandonó sus investigaciones en teoría de números, posteriormente volverá a retomarlas, reanudará su correspondencia con Gauss [Texto 6] y realizará trabajos con Legendre.

De esta segunda época es otro de los resultados de Sophie que supone una generalización de su teorema para todo número menor que 100, es decir, demostró que en la ecuación de Fermat: $x^n + y^n = z^n$, si ninguno de los números x, y, z son divisibles por n , entonces no

existe solución entera. Legendre, que en esta época trabajaba con ella, continuará la demostración para números menores que 197.

En la Biblioteca Moreniana de Florencia, en los fondos de Libri, se han preservado muchos manuscritos de Sophie. Entre estos documentos hay uno de 24 páginas titulado “Observaciones sobre la imposibilidad de satisfacer la ecuación: $x^n + y^n = z^n$ ”, que es probablemente la versión más completa de su trabajo sobre la conjetura de Fermat, que nunca fue publicado, aunque fue comentado por Legendre [Texto 10]. En efecto, Legendre mencionó estos descubrimientos de Sophie en un artículo de 1823 que apareció en 1827 en las “Memoires de l'Academy des Sciences”, y en su libro “Théorie des Nombres” publicado en 1830. Este manuscrito es una importante contribución de Sophie Germain en Teoría de Números.

Gauss a quien después de su muerte se le llamó “Príncipe de las Matemáticas” comentaba: “*La Matemática es la reina de las Ciencias, pero la Teoría de Números es la reina de las Ciencias Matemáticas*”.

5. EL PREMIO EXTRAORDINARIO.

A comienzos del siglo XIX las Matemáticas se orientaron al estudio de ciertos fenómenos físicos como la luz, el calor, el sonido, la electricidad, el magnetismo, etc. Eran campos todavía sin explorar para las Matemáticas, los únicos estudios sobre estas materias eran descripciones cualitativas o metafísicas que estaban muy lejos de determinar las ecuaciones que explicaran la propagación de estos fenómenos. Estas disciplinas, cuyo estudio estaba ligado a la

composición de la materia, constituían lo que entonces se llamaba “física particular”, por oposición a la astronomía, la mecánica y la óptica que se prestaban fácilmente a una descripción matemática y formaban parte de la “física general”. En este aspecto la teoría de la elasticidad tiene la particularidad de romper esta división ya que en su estudio hay que considerar los conceptos y métodos matemáticos de la mecánica y la estructura interna de la materia, pero esto no se determinó hasta el siglo XX.

Durante los años del imperio de Napoleón París era el centro europeo de la ciencia y en particular de las matemáticas que, en esos años, estaban en pleno apogeo. Fue quizás esta importancia como centro científico la que impulsó, en 1808, al ingeniero alemán Ernst Chladni a presentar en París, sus investigaciones sobre la vibración de las superficies elásticas.

El interés de sus descubrimientos consistía en observar las figuras que se formaban cuando se esparcía arena sobre una placa y se la hacía vibrar al puntear el borde con el arco de un violín. La arena se concentraba donde las vibraciones eran más débiles, formando figuras geométricas muy interesantes. Estas experiencias se realizaron delante de un grupo de élite de las 66 personas que constituían “La Primera Clase” de matemáticos y físicos del Instituto, después se repitieron delante de Napoleón que tenía una plaza en el Instituto desde 1800.

La Academia de las Ciencias había sido fundada por Colbert, ministro de Luis XIV, en París el 22 de diciembre de 1666, funcionó de manera informal, durante 30 años hasta que, el 20 de enero de 1699,

Luis XIV estableció el primer reglamento, le dio el título de Academia Real y su sede fue instalada en el Louvre.

El 8 de agosto de 1793 la Convención suprimió todas las Academias, y dos años más tarde, el 25 de octubre de 1795, creó el Instituto Nacional de las Ciencias y de las Artes que agrupaba en secciones a las antiguas academias científica, literaria y artística. Estaba compuesto por 144 miembros de los que “La Primera Clase”, formada por 66 científicos, era la de las Ciencias Matemáticas y Físicas siendo el grupo más numeroso, “La Segunda Clase” era la de las Ciencias Morales y Políticas y “La Tercera Clase” la de Literatura y Bellas Artes.

La Primera Clase del Instituto, fiel a su misión de favorecer la investigación científica, tenía la costumbre de ofrecer anualmente un premio al mejor trabajo en ciencias físicas y matemáticas. En esta época se elegía una comisión de entre tres y cinco académicos que planteaba un tema, establecía un programa y actuaba como jurado. Los candidatos tenían dos años para realizar el trabajo que presentaban de forma anónima. Las memorias se presentaban en octubre y el fallo del jurado tenía lugar en diciembre y se hacía público en enero del siguiente año.

El interés por encontrar una teoría matemática que explicara las experiencias de Ernst Chladni propició que en 1809 la Primera Clase propusiera como tema de concurso para obtener el Premio Extraordinario: “*Donner la théorie mathématique des surfaces élastiques et la comparer à l'expérience*” (“Obtener la teoría matemática de las superficies elásticas y

compararla con la experiencia”). Pierre Simon Laplace (1749-1827) que organizó este concurso esperaba poder establecer la reputación de su protegido Siméon Denis Poisson (1781-1840), pero Poisson no participó.

Sophie tuvo que presentar tres memorias sucesivas en 1811, 1813 y 1815 hasta conseguir⁴, el 8 de enero de 1816, el “Prix Extraordinaire” (“Premio Extraordinario”). La primera determinó una contribución de Lagrange. Poisson redactó su propia memoria en 1814. Los miembros más importantes de la Primera Clase formaron parte de los sucesivos jurados (Laplace, Lagrange, Legendre, Lacroix, Malus, Poisson, Carnot ...) y todos ellos, de algún modo, estuvieron implicados en estas investigaciones.

El trabajo de Sophie para elaborar su primera memoria no comenzó a raíz de la convocatoria del concurso, sino que lo realizó en los ocho primeros meses de 1811. Es posible que fuera el hecho de que Gauss ya no contestaba a sus cartas, lo que la impulsó a abandonar la Teoría de Números y a comenzar sus investigaciones en física-matemática.

Descubrir las ecuaciones diferenciales de las superficies vibrantes parecía demasiado difícil a los ojos de la mayor parte de los matemáticos, sobre todo después de que Lagrange afirmara públicamente que los modelos matemáticos disponibles eran inadecuados para resolver el problema. Sophie no estaba preparada para realizar este trabajo. Su formación en los métodos

⁴ En la sesión semanal del 26 de diciembre de la Academia se decidió otorgarle el premio.

matemáticos que explican los fenómenos físicos se reducía a la “*Mécanique Analytique*” (“Mecánica Analítica”) de Lagrange y las memorias en latín de Euler sobre la vibración de una cuerda. A pesar de las lagunas de su formación, o quizás por ello, Sophie fue la única concursante. Lo tomó como un reto y quiso proceder para las superficies por analogía con el razonamiento del caso unidimensional descrito por Euler.

El 21 de septiembre de 1811 presentó una memoria en el Instituto pero su trabajo fue considerado incompleto e incorrecto, y el jurado decidió posponer dos años más el premio. De los tres jueces que formaban el jurado, Laplace, Lagrange y Legendre, sólo Legendre conocía su identidad. Sabemos a través de su correspondencia con Sophie que además le permitió añadir un suplemento posterior a la presentación, lo que parece una irregularidad con respecto al anonimato, pero posiblemente era lo normal. La diferencia estaba en que un científico masculino lo solucionaba con una entrevista personal y Sophie tuvo que defender su trabajo por escrito.

Lagrange corrigió el análisis matemático y obtuvo, a partir de la hipótesis de Sophie, la base para describir el comportamiento estático y dinámico de las placas en puntos del interior. De este trabajo sólo se conoce la ecuación final en una nota de ocho líneas [Texto 20].

Aunque, en efecto, varios puntos de su trabajo son discutibles, tenía ideas originales y válidas. Sophie no se desalentó sino que, animada por el hecho de que Lagrange hubiera utilizado con éxito su idea, siguió trabajando con el objetivo de justificar su hipótesis con

consideraciones geométricas sobre la deformación de un plano y comparando sus cálculos con las experiencias de Chladni y con otras muchas que realizó ella misma.

El 23 de septiembre 1813 presentó esta segunda memoria, por la que obtuvo una mención de honor. En el informe del jurado [Texto 23] es evidente que su ecuación se consideraba exacta y que además parecía muy satisfactoria la parte de su trabajo en la que comparaba los resultados teóricos con las experiencias de M. Chladni y con otras realizadas por ella, pero se juzgaba inexacto el análisis que realizaba para obtener la ecuación fundamental. Había logrado una comparación escrupulosa entre la parte teórica y la experimental [Texto 24].

En 1814 Poisson redactó un trabajo sobre el mismo tema que leyó, el día 1 de agosto de ese mismo año, ante los componentes de la Primera Clase del Instituto, de la que formaba parte desde 1812 [Texto 25]. Poisson era discípulo de Laplace y había realizado una carrera muy rápida gracias al apoyo de éste. Su lectura comenzó con un análisis crítico de todos los trabajos anteriores desde el de Jacques Bernoulli en 1705 hasta el último de Sophie. En su memoria intentaba explicar el comportamiento de las superficies elásticas desde el paradigma de la teoría “molecular” que pretendía interpretar todos los fenómenos físicos con el modelo de la física newtoniana, es decir, por un conjunto de fuerzas atractivas o repulsivas [Texto 28]. Desde este punto de vista, considerando el equilibrio de una sola molécula de la superficie elástica, obtuvo una ecuación, horrible, no lineal y además falsa, que por

simplificaciones “milagrosas” [Texto 26] se convertía en la ecuación de Sophie, que había ganado credibilidad debido a que en su segunda memoria había demostrado que explicaba los resultados experimentales. Este trabajo tenía muchas incoherencias que posteriormente le fueron reprochadas en la controversia que se estableció entre la regresiva teoría molecular y la nueva física-matemática, pero en ese momento convenció a muchos de los miembros de la Primera Clase especialmente a los partidarios de las ideas de Laplace. Sólo Lagrange habría podido criticar este trabajo o interrogarle públicamente sobre su método, pero había muerto en abril de 1813. No la publicó, supuestamente, para no influir en el concurso que había sido convocado de nuevo, pero apareció un resumen de la misma en el “Bulletin de la Société Philomathique” y en la “Correspondance de l'Ecole Polytechnique”.

Después de esta lectura el Premio, que había salido a concurso por tercera vez, habría debido retirarse, y si no se hizo fue, posiblemente, porque cuando Legendre se había opuesto a que Poisson leyera esa memoria, éste había argumentado que su lectura no tenía el objetivo de impedir el Premio convocado y terminó de leerla. [Texto 25]. Como la propuesta de Legendre, de impedir la lectura, parecía digna de estudiarse, el 8 de agosto se creó un comité para arbitrar este tema, formado por Laplace, Legendre, Cuvier, Carnot y Delambre, pero no existe ningún informe de la decisión tomada en los archivos del Instituto. Posiblemente lo que determinaron fue mantener el Concurso.

Aunque Sophie no tuvo acceso a la memoria de Poisson, conoció su existencia y sus conclusiones por las publicaciones citadas [Texto 30]. Su primera reacción fue dejar de trabajar en el problema pues, como comentan Bucciarelli y Dworsky en texto 29, se encontró como una escritora de novelas de misterio cuyo argumento, que nadie conoce, es publicado por un escritor famoso, y aunque ella sospeche un plagio, no tiene pruebas para demostrarlo.

Después cambió de opinión. Posiblemente, saber que Poisson había llegado a la misma ecuación que ella, le animó a continuar sus investigaciones y presentó otro estudio en 1815.

Este tercer trabajo: “Mémoire sur les Vibrations des Surfaces Élastiques” (“Memoria sobre las vibraciones de las superficies elásticas”), por el que se le concedió, al fin, el Premio Extraordinario [Texto 32] suponía una defensa de la legitimidad de su hipótesis a la vez que un ataque al modelo laplaciano y a la teoría molecular. También, en ella, matematizó el concepto de forma de una superficie y el de deformación. Establecía que, en un punto dado, la suma infinita de todas las curvaturas, relativas a todas las curvas producidas por las diferentes secciones que pasan por la normal, se podía reducir a las dos curvaturas principales, es decir, las curvaturas máxima y mínima [Texto 31].

Se creó una gran expectación ante el hecho de que fuera una mujer la persona premiada, pero Sophie no asistió a la ceremonia de entrega, desanimada sin duda por las actitudes anteriores de algunos de sus colegas [Texto 33].

Aunque recibió el premio, el jurado había admitido ciertas reservas sobre sus demostraciones, por lo que Sophie escribió a Poisson resumiendo en nueve enunciados las hipótesis físicas en las que se basaba su memoria [Texto 34]. La respuesta de Poisson fue lacónica y formalmente cortés. Se limitó a enviarle su propia memoria, y evitó toda discusión seria con ella sobre cuestiones de fondo, mientras que públicamente fingía ignorarla.

Jean-Baptiste Joseph Fourier, que más tarde llegará a ser amigo de Sophie, también tuvo que realizar dos memorias sobre la teoría del calor en 1807 y 1810 para obtener el premio del Instituto. Estos trabajos que habían sido leídos por Lagrange, Laplace y Poisson fueron criticadas por su falta de hipótesis física sobre la naturaleza del calor, pero mientras que Fourier pudo defender personalmente sus planteamientos, Sophie nunca tuvo un interlocutor intelectual y científico para sus teorías sobre la elasticidad. A pesar de que sus desarrollos matemáticos no convencían a algunos miembros de la Academia, no se dignaron a discutirlos con ella, especialmente Poisson que trabajaba en el mismo tema.

La situación de rivalidad que surgió entre Germain y Poisson no era en absoluto equilibrada, ella sólo podía ser una aficionada y él un profesional del medio científico.

Poisson fue profesor titular de la Escuela Politécnica desde 1806 (después de haber sido alumno, repetidor, y profesor suplente desde 1802), profesor de Mecánica en la Facultad de Ciencias desde 1809, también había sido nombrado para el "Bureau des

longitudes” en 1808 y miembro de la Primera Clase del Instituto en 1812, y además formaba parte del jurado que valoró la tercera memoria.

Mientras tanto Germain era una extraña para la comunidad científica, mantenida a distancia de la vida profesional, cada contacto, cada reunión era un acontecimiento social formal que exigía una carta de invitación y algunas veces un permiso. De modo que no tenía la posibilidad de discutir con sus colegas temas de interés común. Esta situación no le había perjudicado mientras trabajaba en Teoría de Números, en la que las técnicas eran muy recientes, se concentraban en una o dos obras importantes y por la que estaban interesadas cinco o seis personas de la comunidad científica. Sin embargo esta circunstancia sí le perjudicó en sus investigaciones en física matemática.

Aunque Sophie había recibido el Premio Extraordinario, no consiguió formar parte de la Academia de Ciencias y algunos miembros de la comunidad científica como Poisson, no le prestaban el respeto que se merecía y eludían una seria discusión con ella.

La comparación de las situaciones tan diferentes entre Germain y Poisson nos revela el cambio que, por diversas razones, había experimentado la investigación científica en esta época.

En 1820 Navier presentó una memoria a la Academia que no difiere fundamentalmente de la que presentó Germain en 1813, partía de la misma hipótesis y obtuvo la misma ecuación, pero la

deducción la hizo con más habilidad en las técnicas matemáticas.

Entre 1827 y 1829 una serie de artículos publicados en los “Annales de Chimie et Physique” nos permiten seguir la controversia que se estableció entre Poisson Navier y Arago, respecto a sus distintos enfoques para explicar la elasticidad, es decir, la teoría molecular o laplaciana y la nueva física matemática que utilizaba técnicas geométricas como Euler o analíticas como Lagrange. Sin embargo Germain no pudo intervenir explícitamente en esta polémica. En 1828 publicó un artículo en esta misma revista científica, pero ninguno de sus colegas escribió una simple nota criticando o al menos nombrando sus planteamientos. Simplemente la ignoraban.

Sophie fue la primera que comenzó el estudio de la teoría de la elasticidad y sus trabajos suscitaron un interés general en la comunidad científica del siglo XIX [Texto 42]. Sin embargo cuando este tema se consideró importante, los matemáticos de la Academia, implicados en estas investigaciones, no tenían en cuenta ni las memorias que presentaba en el Instituto ni sus publicaciones. Pero Sophie, que unos años antes se había considerado una novata entre gigantes, en ese momento había adquirido una gran confianza en sí misma y no sentía ninguna admiración por muchos de sus colegas.

En 1889 el ingeniero francés Eiffel construyó su famosa torre como una demostración de los triunfos de ingeniería moderna en la que la teoría matemática de la elasticidad jugó un papel esencial. Los nombres de 72 científicos se inscribieron en esa estructura para

celebrar sus contribuciones a la ingeniería científica. Esa amplia lista no incluye el nombre de Sophie Germain [Texto 55].

6. PUBLICACIONES DE SU OBRA.

En 1816, después de obtener el Premio Extraordinario y de los seis años que había pasado concentrada en los problemas de la teoría de la elasticidad, Sophie había adquirido una gran seguridad en sí misma y el reconocimiento de su competencia. Además la situación cambió y Sophie consiguió el respeto de gran parte de la comunidad científica debido, sobre todo, a su amistad con Jean-Baptiste Joseph Fourier (1768-1830), con el que compartía la rivalidad con Poisson, y a su trabajo con Legendre.

Conseguir el premio no fue una meta en su vida sino el impulso necesario para seguir trabajando, pero a pesar de esta dedicación plena a la investigación, siempre encontraba el tiempo necesario para ayudar a sus amigos. Conocemos, por medio de la correspondencia entre Sophie y Fourier, que ella le ayudó a conseguir los votos necesarios para ser elegido Secretario Permanente de la Academia de Ciencias.

Fourier consiguió este nombramiento y en una carta [Texto 17] dirigida a Sophie el 30 de mayo de 1823, y en función del cargo que ocupaba, permitió que Sophie asistiera a las sesiones públicas de las cuatro Academias que formaban entonces el Instituto Real de Francia, en las que tendría siempre un sitio reservado en la parte central de la sala. Fue la primera mujer, no esposa de académico, que consiguió este honor. También continuó sus investigaciones con Legendre sobre Teoría de Números con el que trabajaba en un

plano de igualdad, obteniendo algunos resultados importantes. Desde que presentó la primera memoria para obtener el Premio Extraordinario, Sophie mantuvo con Legendre una correspondencia regular y en general con contenidos matemáticos. En el tema de las superficies elásticas corregía los textos de Sophie y opinaba sobre ellos pero reconocía que no era un experto en esa materia, sin embargo en teoría de números, que era uno de sus campos de investigación, fue un verdadero interlocutor y colaborador.

En 1821 publicó Sophie, por cuenta propia, la memoria por la que había obtenido el premio de la Academia con el título "*Recherches sur la théorie des surfaces élastiques*" ("Investigaciones sobre la teoría de las superficies elásticas"). Una de las diferencias entre estos dos trabajos es una nueva demostración de su hipótesis con razonamientos geométricos y que adjunta a la anterior, que le había sido sugerida por Fourier que lo había leído antes de editarlo [Texto 35].

El objetivo de realizar esta publicación fue, posiblemente, pasar a la posteridad, que ningún colega se apropiara de sus investigaciones, o a causa de su rivalidad con Poisson, que en su trabajo de 1814 había utilizado los resultados de su segunda memoria. También pudo ser una sugerencia de Legendre ya que cuando recibió esta obra le escribió una carta de agradecimiento en la que comentaba lo importante que era para ella hacer públicas las investigaciones que le habían costado tanto trabajo.

Por su correspondencia conocemos que también envió esta memoria a la Academia, presidida entonces por Delambre, a Fourier, y a científicos como Navier y

Cauchy que trabajaban, también, en la teoría de la elasticidad y compartían con ella los principios de la física matemática opuestos, en esta época, a los laplacianos.

En 1826 publicó “*Remarques sur la nature, les bornes et l’étendue de la question des surfaces élastiques et Équation Générale de ces Surfaces*” («Observaciones sobre la naturaleza, los límites y la extensión del asunto de las superficies elásticas y ecuación general de estas superficies») [Texto 36]. En esta memoria se propuso dar una versión más lúcida de su análisis introduciendo hipótesis que lo simplificaban, además de replantear su trabajo y, sobre todo, su enfoque, que era radicalmente opuesto al paradigma molecular [Texto 37].

En 1828 publicó en los *Annales de Chimie et de Physique* el artículo: “*Examen des principes qui peuvent conduire à la connaissance des lois de l’équilibre et du mouvement des solides élastiques*” («Examen de los principios que pueden conducir al conocimiento de las leyes del equilibrio y de los movimientos de los sólidos elásticos»). Fue una forma de intervenir en la polémica suscitada entre Poisson, Navier y Arago sobre la teoría de la elasticidad. En él comenta que “... *las hipótesis sobre la constitución íntima de la materia son inútiles e incluso perjudiciales en el tema de la elasticidad*”, lo que constituía un claro ataque al modelo laplaciano [Textos 38 y 39].

Además de trabajar en matemáticas y física, Sophie se interesaba por la filosofía, la química, la historia y la geografía. Poco a poco su trabajo se va orientando

hacia la Filosofía de la Ciencia donde también aportó su talento y genio analítico.

Su ensayo filosófico, "*Considérations générales sur les Sciences y les Lettres aux différentes époques de leur culture*" ("Consideraciones generales sobre las Ciencias y las Letras en las diferentes épocas de su cultura") fue publicado en 1833, de manera póstuma, por A. J. Lherbette, su sobrino, a partir de los manuscritos de Sophie.

Este ensayo es revelador del medio social que había vivido Sophie Germain. Se detecta, especialmente, la influencia de los Enciclopedistas, sobre todo de Diderot y Condorcet. Su escepticismo, claramente positivista, está matizado por una profunda creencia en la Ciencia, especialmente en las matemáticas, donde, para ella, existen verdades absolutas y utilizan un lenguaje perfecto.

Durante los sucesos revolucionarios que tuvieron lugar en París en julio de 1830, Sophie había vuelto a refugiarse en el estudio. Redactó dos trabajos, uno sobre teoría de números "*Notes sur la manière dont se composent les valeurs de y et z dans la équation...*" ("Notas sobre la forma en la que se comportan los valores de y y de z en la ecuación...") y otro sobre elasticidad en el que buscaba definir una teoría dinámica de la curvatura: "*Mémoire sur la courbure des surfaces*" ("Memoria sobre la curvatura de las superficies"). Estas dos memorias fueron publicadas en 1831, después de su muerte, en el *Crelle's Journal*. Una vez más su camino se cruzó con el de Gauss que acababa de publicar una teoría matemática de la curvatura en la que definía lo que hoy se conoce por

curvatura gaussiana como el producto de las curvaturas principales.

En estos años de su vida, interesada por el desarrollo de la Ciencia en general, y por el progreso en todos sus aspectos, Sophie frecuentaba los círculos intelectuales. Era mucho más sociable y apacible que en su juventud y además su curiosidad, su encanto, y su humor hicieron que fuera apreciada por todos.

7. LA AMISTAD ENTRE GERMAIN Y LIBRI

Guglielmo Libri, Conde de Bagnano, nació en Florencia en 1802. Tuvo una educación excelente, inspirada por las nuevas ideas ilustradas y cultivadas de su familia. Comenzó sus estudios en la Universidad de Pisa a la edad de catorce años y en 1823 fue profesor de física y matemáticas en Pisa. Aunque Libri es mejor conocido como historiador de matemática, bibliófilo, gran coleccionista y comerciante de libros, demostró algunos teoremas, sobre todo en teoría de números que todavía se citan. Desde el primer encuentro, entre Germain y Libri surgió una gran amistad a pesar de la diferencia de edad, ella tenía cuarenta y nueve años y Libri veintitrés.

La Academia de Ciencias, después de otorgar el premio a Sophie Germain, propuso un nuevo concurso para encontrar una prueba del Último Teorema de Fermat. Posiblemente estas convocatorias influyeron en reorientar de nuevo el trabajo de Sophie hacia la teoría de números, y reanudar su correspondencia con Gauss, después de casi diez años de silencio. [Texto 6: 12 de mayo de 1819]

En 1819 Guglielmo Libri, a la edad de diecisiete años, oyó hablar del premio por la demostración del

Último Teorema de Fermat, y comenzó su investigación en este tema, estudiando ávidamente los trabajos de Euler, Legendre y Gauss. Su primer trabajo en teoría de números fue su "*Memoria sopra la teoria dei numeri*", que publicó en Florence en 1820. Libri tradujo su trabajo al francés y se lo envió a Cauchy para que lo presentara en la Academia de Ciencias de París. La memoria de Libri se recibió el 22 de enero de 1821 y Cauchy realizó una presentación verbal. Sophie Germain estudió esta memoria de Libri, de hecho en la Biblioteca de Moreniana se conserva un manuscrito de tres páginas con el título "*Notes sur Memoria sopra la teoria dei numeri*", datado el 22 de junio de 1822

Libri estuvo en París dos veces mientras vivía Sophie, la primera estancia duró desde finales de diciembre de 1824 hasta mitad de agosto de 1825, la segunda de primeros de junio a finales de julio de 1830. En la Biblioteca Nacional Francesa hay una carta de Libri de 1824 dirigida a Sophie, por lo que hay que suponer que antes de conocerse ya existía correspondencia entre ellos.

Sophie Germain y Libri se encontraron por primera vez el 13 de mayo de 1825, en una de las reuniones que organizaba F. Arago los jueves por la tarde en el Observatorio. Al día siguiente, Libri en una carta le comentaba a su madre: "*Finalmente anoche me encontré con Mademoiselle Germain, que ganó el Premio Extraordinario matemático en el Instituto hace algunos años, hablé con ella dos horas, tiene una personalidad impresionante*".

Parece que disfrutaron inmediatamente de su mutua compañía y en la biblioteca Moreriana de Florencia se

conservan varias cartas en las que Sophie invitaba a Libri a comer en su casa. En una de ellas invitó también a L. Crelle, (fundador del *Crelle's Journal*) que en el verano de 1830 estaba en París en visita oficial, por encargo del Ministerio de Educación de Prusia, para estudiar los métodos de enseñanza de las Matemáticas en Francia.

En julio de 1826 Sophie le escribió una carta en la que le comentaba la poca influencia que tenía en la comunidad científica [Texto 18], ante la ayuda que Libri le había pedido para obtener un puesto de corresponsal en la Academia de Ciencias. Durante más de tres años su correspondencia se suspende o está perdida. No se conoce ninguna carta entre ellos hasta febrero de 1830 cuando Sophie ya estaba muy enferma.

Durante el invierno de 1831 una correspondencia regular entre ellos era casi imposible. Libri había tenido que abandonar Italia ante el fracaso de la conspiración contra el Gran Duque en la que había participado.

El 14 junio de 1831 Libri escribió a su madre desde Carpentras: *“Estoy dedicado al estudio, en particular a la historia de las ciencias. Es verdad que los libros de matemáticas son muy escasos aquí, pero Mademoiselle Germain (quién, a mi pesar extremo, está enferma de cáncer en París) se ha ofrecido a enviarme todo lo que yo quiera, en caso de que yo no lo encuentre aquí, aceptaré su oferta”*.

El 23 de julio Libri anunció a su madre: *“Mademoiselle Germain, murió hace quince días víctima de gangrena [cáncer], había sufrido terribles*

dolores, ¡Éste es el destino reservado para las más grandes almas!”

Después de la muerte de Sophie, Libri recibió de sus herederos muchos de los manuscritos que tenía. Algunos de ellos, entre los que estaban varias cartas de Gauss se vendieron al Príncipe B. Boncompagni. Otro material se ha dispersado y probablemente perdido para siempre. En la Biblioteca Moreriana de Florencia, en los fondos de Libri, se conservan más de doscientas hojas escritas por Sophie sobre: trabajos científicos, informes de experimentos, proyectos de cartas a Gauss, Legendre y Lagrange, comentarios a los trabajos de Cauchy y Navier, etc. Actualmente muchos de sus manuscritos se encuentran en la Biblioteca Nacional de París.

En 1832 Libri publicó en el “*Journal de Débats*”, una revista del Instituto de Francia, una corta pero apasionada biografía de Sophie en la que aparece el siguiente texto:

“Tenía siempre ese carácter noble en sus acciones siempre marcadas por la verdad que, como ella misma decía, amaba como una verdad geométrica. Ya que no concebía que se puedan amar las ideas de orden de un tipo sin amar las de otro y las ideas de justicia y de virtud eran, según sus expresiones, las ideas de orden que el espíritu debe adoptar incluso cuando el corazón no las desee”.

8. RECONOCIMIENTO PÓSTUMO

Sophie murió en París, a los 55 años, el 27 de junio de 1831 a consecuencia de un cáncer de pecho, después de dos años de horribles sufrimientos que

soportó con un coraje y un estoicismo admirables. Su valor moral estaba a la altura de su inteligencia.

Durante muchos años Madame Dutrochet, hermana de Sophie, se reunía con una sociedad de élite en la misma casa donde había vivido, e incluso donde había estudiado su hermana, recordando sus éxitos y confirmando su admiración. Incluso cuando ya era octogenaria seguía elogiando el pensamiento de su ilustre hermana que había consagrado a la Ciencia toda su vida y todo su corazón.

En 1879 H. Stupuy publicó "*Oeuvres philosophiques de Sophie Germain suivies de Pensées et de Lettres inédites et précédées d'une Étude sur sa vie et ses œuvres*". Esta publicación surgió de los elogios que la obra filosófica de Sophie había recibido por parte de A. Comte en su "*Cours de philosophie positive*" y de M. Ravaisson en su "*Rapport sur la philosophie en France au XIX siècle*". Ella que ya en esa época era muy estimada como matemática, no era conocida como filósofa. Estas recomendaciones de origen tan distinto, pero igualmente favorables, despertaron el interés por el pensamiento filosófico de la autora de "*Considérations générales sur les Sciences y les Lettres*" [Textos del 44 al 54]. Como el libro, publicado en 1833, no se encontraba, se volvió a editar, seguido de pensamientos y citas sobre sus lecturas, que Sophie había dejado manuscritas, y de numerosas cartas, unas escritas por Sophie y otras dirigidas a ella. En esta amplia correspondencia destaca la relacionada con Gauss, Legendre y Fourier. La primera parte del libro es una importante reseña de H. Stupuy sobre la biografía y la obra de Sophie.

En las revistas filosóficas más importantes de la época aparecieron artículos elogiando esta obra, algunos figuran como anexos en la segunda edición que fue publicada en 1896. Entre estos artículos están los que aparecieron en las revistas "*La Philosophie positive*", "*Journal de savants*", "*Revue Philosophique*" y "*Revue occidentale*", en esta última se comentaba un artículo escrito en "*La neue freie presse*" de Viena en el que se decía que Sophie había sido precursora del pensamiento positivista y de Augusto Comte. La objeción principal a este tipo de consideraciones es que no sabemos en qué momento de su vida Sophie escribió su obra. El primer volumen del "*Cours de philosophie positive*" se publicó en 1830 y el segundo en 1835, Sophie murió en 1831 por lo que es muy probable que su obra fuera anterior, sin embargo en 1820 y 1822 habían aparecido dos publicaciones de A. Comte en las que ya sentaba las bases del pensamiento positivista.

En 1888 se dio su nombre a un Liceo de París, situado en la calle Jouy, y en 1890 una estatua con su efigie se colocó en el patio. Los diversos trámites para construir este busto, que fue realizado a partir del moldeado frenológico de su cabeza que se conserva en el "Muséum d'Histoire Naturelle", así como los discursos pronunciados en dicho Liceo con motivo de la entrega de premios, en 1888 y 1890 se encuentran como anexos en la segunda edición de "*Oeuvres philosophiques de Sophie Germain*"

A pesar de su extensa correspondencia, Gauss y Sophie nunca se conocieron personalmente. Gauss la propuso para el Doctorado Honoris Causa por la

Universidad de Göttingen, de la que era profesor y en la que tenía gran influencia, pero su propuesta fue rechazada.

Desde 2003 el Instituto de Francia concede anualmente “*Le prix Sophie Germain*” a un joven investigador que haya realizado el trabajo matemático más importante.

Títulos póstumos, publicaciones después de su muerte, alabanzas postreras, placas conmemorativas en los lugares donde vivió y murió, un premio con su nombre para fomentar la investigación matemática, son algunos de los reconocimientos de una sociedad que mientras vivió no supo apreciar su talento natural y sus brillantes investigaciones.

Sophie Germain había sido capaz de estudiar, comprender y obtener importantes resultados en teoría de números y en física matemática, materias nuevas en su época y muy importantes. Además lo hizo sola, sin el apoyo de un maestro que le diera seguridad, en un entorno que no estimulaba sus aspiraciones. Sin embargo no pudo conseguir que muchos de sus colegas olvidaran su condición de mujer y la respetaran como persona en una condición de igualdad.

III

SELECCIÓN DE TEXTOS

Investigaciones en Teoría de Números

Correspondencia con Gauss

Texto 1

[Primera carta de Sophie a Gauss. 21 de noviembre de 1804]

Desgraciadamente la profundidad de mi espíritu no responde a la vivacidad de mis gustos, y me parece que es una temeridad importunar a un hombre de genio cuando la única razón para llamar su atención es una admiración necesariamente compartida por todos sus trabajos.

Texto 2

[Respuesta de Gauss a la primera carta de Sophie el 16 de junio de 1805]

“Monsieur”, os pido mil veces perdón por haber dejado sin respuesta durante seis meses la amable carta con la que usted me ha honrado. Sin ninguna duda, estoy encantado de expresar a continuación cuánto aprecio el interés que usted tiene por las investigaciones a las que yo he dedicado los mejores años de mi juventud, que han sido siempre la fuente de mis más deliciosas alegrías y que siempre serán para mí más queridas que ninguna otra ciencia. Cada vez más me gustaría poder tener bastante tiempo de ocio para poner en orden y comunicaros por escrito, alguna de mis otras investigaciones aritméticas, para que de alguna manera usted tenga el placer que yo he tenido con sus investigaciones. Mi esperanza ha sido en vano. Sobre todo son mis ocupaciones astronómicas las que

en el presente absorben casi todo mi tiempo. Me reservo sin embargo escribirme con usted sobre los misterios de mi querida aritmética. Pronto, cuando pueda volver a ella, seré bastante feliz.

He leído con placer las cosas que usted me ha querido comunicar. Me complace comprobar su habilidad para la aritmética. Sobre todo su nueva demostración para números primos, cuando 2 es o no es residuo cuadrático, me ha gustado mucho, es una demostración muy aguda, es una pena que no se pueda aplicar a otros números. He considerado a menudo con admiración el encadenamiento singular de las verdades matemáticas. Por ejemplo, el teorema que yo llamo fundamental y los teoremas particulares referidos a los residuos -1 o -2 se entrelazan con una multitud de verdades matemáticas, que nunca habríamos imaginado.

Texto 3

[Carta de Sophie a Gauss en la que le revela su identidad]

He optado anteriormente por el nombre de Monsieur Le Blanc para comunicarle esas notas que, sin duda, no merecen la indulgencia con la que usted me ha respondido... Espero que la información que le he revelado no me prive del honor que se ha dignado a concederme con un nombre prestado y que me dedique unos pocos minutos para darme noticias sobre usted.

Texto 4

[Respuesta de Gauss a la carta de Sophie en la que le revela su identidad. 30 de abril de 1807]

Como describir mi admiración y mi asombro al ver a mi estimado Monsieur Le Blanc transformarse en este ilustre personaje que supone un ejemplo tan brillante que no habría podido creerlo. El gusto por las ciencias abstractas en general, y sobre todo por los misterios de los números, es muy raro, esto no es sorprendente, puesto que los encantos de esta sublime ciencia en toda su belleza sólo se revelan a aquellos que tienen el valor de profundizar en ella. Pero una mujer, debido a su sexo, a nuestras costumbres y prejuicios, encuentra infinitamente más obstáculos que un hombre para familiarizarse con esos complejos problemas y si a pesar de ello consigue superar estas trabas y penetrar en lo que está más oculto, indudablemente posee una valentía notable, un talento extraordinario y un genio superior. En efecto nada podría probar, de una manera más halagadora y menos equívoca, que los atractivos de esta ciencia, que han embellecido mi vida de tantas alegrías, no son quimeras, como la predilección con la que usted la ha honrado.

Las sabias observaciones de las que vuestras cartas están tan ricamente repletas, me han proporcionado mil placeres. Las he estudiado con atención y admiro la facilidad con la que usted penetra en todas las ramas de la Aritmética y la sagacidad con la que obtiene su generalización y su perfección.

Texto 5

[Comentario sobre los elogios de Gauss en la carta anterior. A. Dahan Dalmedico. 2000]

No hay ninguna razón para pensar que, en esta época, el juicio tan halagador de Gauss no sea sincero. Se constata en sus cartas a Olbers que su correspondencia con Le Blanc-Germain le interesaba y estimulaba. Sin embargo Gauss tenía problemas personales, en su carrera profesional, libros por editar ... problemas que además mencionaba en sus cartas. Se ocupaba de mecánica celeste y astronomía y había descuidado la teoría de números. Sus contribuciones en este campo no aparecerán hasta 1828 y 1832,

Texto 6

[Carta de Sophie a Gauss en mayo de 1819. Sophie había vuelto al estudio de Teoría de Números.]

Aunque he trabajado durante algún tiempo en la teoría de superficies elásticas (a lo que tengo mucho que agregar si tuviera la satisfacción de realizar algunos experimentos en superficies cilíndricas que tengo en mente), nunca he dejado de pensar en la teoría de números... Mucho tiempo antes de que nuestra Academia propusiera como materia para un premio la demostración de la imposibilidad de la ecuación de Fermat, este desafío me había atormentado a menudo.

Teorema de Sophie Germain

Texto 7

[Primera versión del teorema de Sophie Germain]

Si x, y, z son números enteros, tales que $x^5 + y^5 + z^5 = 0$ entonces, al menos uno de los números x, y o z debe ser divisible entre 5.

Texto 8

[Generalización del teorema. Será publicado por Legendre en 1823, como un resultado de Sophie.]

Sean x, y, z números enteros. Si n es un número primo impar y $2n + 1$ es primo, entonces la igualdad $x^n + y^n = z^n$ implica que uno de los tres números x, y o z es divisible entre n .

Texto 9

[A. Dahan Dalmedico: "Sophie Germain". 2000]

A partir del Teorema de Germain la demostración de la conjetura de Fermat se dividió en dos casos, el primero consistía en probarlo cuando ninguno de los números x, y, z es divisible por n , y el segundo cuando sólo de los tres números es divisible por n .

El teorema de Sophie Germain demuestra que si n es un número primo tal que $2n + 1$ es primo, entonces el primer caso del teorema de Fermat es verdadero. El trabajo se había simplificado a la mitad.

Texto 10

[T. Got. "Le dernier Théorème de Fermat". 1943]

Es en su gran memoria de 1823 sobre el teorema de Fermat cuando Legendre da a conocer el siguiente teorema muy importante que le había sido comunicado por una matemática de gran talento, Sophie Germain. Si n es primo y $2n+1$ es primo o de forma general $2kn+1$ es primo, para el que no existen dos restos de potencias enésimas que sean consecutivos, la ecuación de Fermat no es posible si ninguno de los números x, y, z es divisible por n .

Texto 11

[C. Radoux. "Quelques mathématiciennes"]

En la actualidad, la demostración del teorema de Germain resulta tan simple y elegante que lo convierte en un resultado muy interesante.

Texto 12

[A. Dahan Dalmedico, "Sophie Germain". 2000]

Desde 1753 (fecha de la carta de Euler a Goldbach diciendo que había conseguido demostrar el teorema de Fermat para n igual a 3) y los trabajos de Kummer en 1840, el teorema de Germain es el resultado más importante relacionado con el teorema de Fermat.

Texto 13

[Números primos de Sophie Germain]

En teoría de números, se dice que un número natural es un número primo de Sophie Germain, si el número n es primo y $2n + 1$ también lo es. Los números primos de Sophie Germain inferiores a 200, son: 2, 3, 5, 11, 23, 29, 41, 53, 83, 89, 113, 131, 173, 179, 191.

Texto 14

[A. Dahan Dalmedico, "Sophie Germain". 2000]

Utilizando su teorema, Sophie Germain era capaz de demostrar el primer caso del teorema de Fermat para todos los números primos menores que 100, es decir, que no existe solución a la ecuación de Fermat, cuando los números x , y , z no son divisibles por n . Legendre, seguirá su demostración para números primos menores que 197.

Cartas sobre datos biográficos

Texto 15

[Carta de Lalande a Sophie, presentando sus excusas]

Au Collège de France, 4 de noviembre 1797

Es difícil, Mademoiselle, sentirme peor que usted se sintió ayer por la indiscreción de mi visita y la desaprobación de mis homenajes, pero era difícil de prever. No puedo todavía comprenderlo y relacionarlo con su gran talento del que mi amigo Cousin me ha informado. Sólo me queda presentarle las excusas de mi imprudencia; se aprende a todas las edades, y las lecciones de una persona tan amable y tan inteligente como usted se retienen más que otras. Usted me dijo que había leído "*Le Système du monde*" de Laplace, pero que no quería leer mi "*Abregé d'astronomie*", como creo que usted no habría entendido el uno sin el otro, no veo en ello otra explicación que el formulado proyecto de manifestarle mi más profunda indignación que es el objeto de mis excusas y de mis sentimientos.

Texto 16

[Carta de D'Ansse de Villoison a Sophie, presentándole sus excusas, 14 de julio de 1802]

Me tomo la libertad de enviaros un ejemplar de la nueva edición de mi desafortunada obra, con las correcciones y complementos que os había anunciado. M. Pougens lo había insertado en el tercer número del tercer año de su *Bibliothèque française*, antes de que yo pudiera suponer que el homenaje a la verdad chocaría con vuestra modestia, tan especial como vuestro talento. Os reitero con mis excusas y la

expresión de mis vivos y eternos sentimientos, mi palabra de honor de que no volveré a hablar de usted en ningún escrito y que mi admiración estará siempre muda y encadenada por el deseo de obtener perdón por un error o una falta involuntaria, y por el profundo respeto que debo a Madame, vuestra madre, y a Mademoiselle, vuestra hermana, y con el que tengo el honor de ser, Mademoiselle, vuestro muy humilde y muy obediente servidor.

Texto 17

[Carta de Fourier como Secretario Permanente de la Academia a Sophie el 30 de mayo de 1823]

Mademoiselle,

Tengo el honor de comunicaros que todas las veces que quiera asistir a las sesiones públicas del Instituto, será admitida en uno de los sitios reservados en el centro de la sala. La Academia de Ciencias desea testimoniar con esta distinción todo el interés que le inspiran vuestras obras matemáticas y, especialmente, las sabias investigaciones que han sido coronadas concediéndoo uno de sus grandes premios anuales.

Reciba, Mademoiselle, mis respetuosos saludos.

Texto 18

[Carta de Sophie a G. Libri, 15 de julio de 1826]

No me sorprende que tengáis prisa por reanudar las conversaciones que sólo se pueden tener en París, usted tiene todas las puertas abiertas, pero yo que no puedo asistir a las sesiones¹ me encuentro tan extraña

¹ Está claro que Sophie se refiere a las sesiones no

al movimiento científico como si viviera en otro país, sin embargo prefiero estar aquí que en otro lugar porque al fin ocurre y alguna vez encuentro por azar una ocasión para instruirme. Sólo he visto a M. Cauchy por casualidad en alguna de esas ocasiones que comento, no dudo de su buena voluntad respecto a usted y os animo a escribirle, si aún no lo habéis hecho, yo no estoy en condiciones de presentarle vuestra petición.

Investigaciones en Teoría de la Elasticidad

Memoria de 1811

En esta memoria y por analogía con los trabajos de Euler en el caso unidimensional de la cuerda vibrante Sophie postula que “en un punto de la superficie la fuerza de elasticidad es proporcional a la suma de las curvaturas principales de la superficie en dicho punto”, es lo que siempre llamará “mi hipótesis”. A partir de una supuesta relación de equilibrio y utilizando varias hipótesis sobre los desplazamientos y rotaciones de la placa, obtiene una ecuación en derivadas parciales de sexto orden en la que busca soluciones regulares, en casos particulares, mediante series trigonométricas

Texto 19

[Carta de Legendre a Sophie Germain el 4 de diciembre de 1811]

La fuente de vuestro error parece estar en la manera por la que habéis creído poder deducir la ecuación de

públicas.

la superficie vibrante de la ecuación de una simple lama; es en el cálculo de las integrales dobles donde os habéis equivocado. En ellas no se pueden hacer las substituciones que usted ha realizado. Para la ecuación de una superficie es necesario seguir el método indicado por Lagrange en la nueva edición de su libro página 148, añadiéndole el término conveniente para representar las fuerzas de la elasticidad. El resto de las cosas están sujetas a dificultades particulares, que aún no se ha sabido aclararlas bien e incluso habría objeciones que hacer al análisis del artículo de Lagrange que le he citado.

Texto 20

[Nota de Lagrange sobre la ecuación de la placa a partir de la primera memoria de Sophie. *Annales de Chimie et de Physique*. Tomo 39, página 149]

La ecuación fundamental para el movimiento de la superficie vibrante no me parece exacta, así como la manera de encontrarla al deducirla de la de una lama elástica, el paso de una línea a una superficie me parece poco justificado.

Cuando los z son muy pequeños la ecuación se reduce a:

$$\frac{d^2 z}{dt^2} + gEbc \left(\frac{d^6 z}{dx^4 dy^2} + \frac{d^6 z}{dy^4 dx^2} \right) = 0$$

Pero adoptando como el autor $(1/r + 1/r')$ como medida de la curvatura de la superficie, que la elasticidad tiende a disminuir y a la que se supone proporcional, la ecuación que he encontrado para el caso de z muy pequeño sería la siguiente:

$$\frac{d^2z}{dt^2} + k^2 \left(\frac{d^4z}{dx^4} + 2 \frac{d^4z}{dx^2 dy^2} + \frac{d^4z}{dy^4} \right) = 0$$

que es bien diferente.

Texto 21

[Observaciones sobre la Nota de Lagrange, del texto anterior. A. Dahan Dalmedico, 1988]

Un aspecto interesante en el enfoque del problema de la curvatura de las superficies es que si se supone, como lo hizo Sophie Germain, que la fuerza elástica es proporcional a la suma de las curvaturas principales se obtiene, como hizo Lagrange, la ecuación correcta del movimiento de los puntos interiores, pero es errónea para describir el comportamiento en algunos bordes de la placa. Estas dificultades no serán resueltas hasta 1850 por Kirchhoff.

Texto 22

[Carta de Sophie antes de presentar la memoria de 1813, el destinatario no se conoce]

Pero el mayor obstáculo, con mucho, al progreso de la ciencia y al inicio de nuevas tareas se encuentra en esto: que los hombres se desesperan y creen que las cosas son imposibles.... No veo objeciones mayores a mi teoría, a no ser que es poco probable que sea considerada con justicia. Sin embargo temo la influencia de la opinión expresada por M. Lagrange. No cabe duda de que el problema ha sido abandonado porque este gran geómetra lo considera difícil. Posiblemente el mismo juicio previo signifique una condena de mi trabajo sin un examen reflexivo.

Memoria de 1813

En la primera parte de esta memoria, por la que recibe una mención de honor, Sophie se propuso como objetivo justificar su hipótesis con consideraciones geométricas sobre la deformación del plano. En la segunda parte comparó sus cálculos con las experiencias de Chladni y otras muchas que realizó ella misma.

Texto 23

[Proceso verbal de la sesión pública del 3 de enero de 1814. Instituto de Francia. Primera Clase. *Travaux Divers, Tome II* (1811-1816), nº 27]

... El análisis que el autor de este texto ha empleado para deducir su ecuación fundamental ha sido juzgado enteramente inexacto, y esta ecuación no parece resultar de ese análisis; pero la parte de esta memoria que contiene la comparación de la teoría con las experiencias de M. Chladni, está hecha con mucho cuidado y conduce a resultados satisfactorios en general. La Clase ha pensado que esta memoria merecía una mención de honor.

Texto 24

[Sobre la memoria de 1813. A. Dahan Dalmedico, 2000]

Sophie Germain recibe una mención de honor por la confrontación razonable y satisfactoria de sus resultados teóricos con la experiencia. De manera similar a Euler para la cuerda vibrante, obtuvo las integrales particulares de la ecuación fundamental mediante series exponenciales, de senos y de cosenos.

Cada una de esas integrales corresponde a una forma particular de la placa que presenta, en el estado de vibración regular, una cierta configuración y un cierto número de líneas nodales. El sonido que la placa emite depende, en general, del número de esas líneas y la integral establece una relación entre ese número y el sonido correspondiente.

En la importante segunda parte de su memoria, Sophie Germain había calculado, después de esa relación, el tono relativo a cada forma, y compara el tono calculado con el que proporciona la experiencia para una figura semejante. Esta comparación escrupulosa la realizó sobre un gran número de experiencias de Chladni y sobre otras muchas más que diseñó ella misma.

Sobre la memoria de Poisson

Texto 25

[Sesión de la Academia del 1 de agosto de 1814.
Procès-Verbaux de l'Académie. Tomo V]

M. Poisson pide leer una memoria sobre la teoría matemática de las superficies elásticas.

M. Legendre pone la objeción de que la Clase no puede oír una memoria sobre un tema convocado a concurso, antes de que el premio de ese concurso se haya concedido.

M. Poisson declara que la memoria que va a leer no tiene el objetivo de impedir que sea concedido el premio convocado a concurso, y por tanto continúa su lectura. Sin embargo la propuesta de Legendre, que parece digna de un examen en un informe general, es enviada a una comisión que será elegida por votación

la próxima semana.

Texto 26

[Bucciarelli y Dworsky. 1980]

Parece un milagro que esta ecuación conduzca por simplificaciones adecuadas de linealización a la ecuación del movimiento de la placa vibrante encontrada por Lagrange y por Sophie Germain en su segunda memoria.

Texto 27

[A. Dahan Dalmedico, *Étude des méthodes et des "styles" de mathématisation: La science de l'élasticité*. 1988]

"Mi objetivo ha sido obtener sin ninguna hipótesis las ecuaciones de equilibrio de las superficies elásticas". En esta frase Poisson se refiere claramente a la memoria anónima que había obtenido el año anterior una mención de honor fundada sobre la hipótesis de que la fuerza elástica es proporcional a la suma de las curvaturas principales.

Texto 28

[A propósito de las hipótesis de Poisson, Sophie escribió en *Recherches sur la théorie de surfaces élastiques*. París.1821]

La cualidad de la materia de la que se trata en ese texto, parecía ser más de expansibilidad que de elasticidad. En efecto la acción de fuerzas repulsivas tiende a alejar cada molécula de las moléculas vecinas, y nunca a restablecer la situación que se había perdido por efecto de una causa exterior....

Texto 29

[Bucciarelli y Dworsky. 1980]

Sophie se encontró en una posición que era algo así como la de una escritora de novelas de misterio que ha estado trabajando en el aislamiento en un argumento fascinante y complicado que hará que su nombre sea conocido. De pronto aparece un nuevo libro de un escritor ya famoso que tiene virtualmente el mismo esquema, pero motivado de manera mucho más brillante y discutido más coherentemente. La autora novel puede sospechar un plagio, pero no hay remedio. No tiene más alternativa que abandonar el proyecto

Memoria de 1815

Este trabajo, por el que recibió el premio extraordinario estaba orientado a justificar su hipótesis frente al modelo laplaciano que era el paradigma de Poisson.

Texto 30

[Parte de la introducción de esta tercera memoria.
(Poisson formaba parte del jurado) Archivos de la
Academia de Ciencias de París. 1815]

.... Siento vivamente no conocer la memoria de M. Poisson, he perdido un tiempo precioso esperando su publicación. ... Habría renunciado incluso a las investigaciones que tengo el honor de someter al juicio de la Clase, si no me hubiera dado cuenta (...) de que la ecuación obtenida, bajo una hipótesis diferente, resultará igualmente de esta última hipótesis. En efecto, cada día encontraba nuevas razones para considerar mi hipótesis como indiscutible; y sin

embargo el respeto debido a M. Poisson me quitaba el valor de someter a cálculo un principio que no preveía entonces que estuviera relacionado con la ecuación publicada por este hábil geómetra.

Texto 31

[A. Dahan Dalmedico, *Étude des méthodes et des "styles" de mathématisation: La science de l'élasticité*. 1988]

Sophie Germain postula que considerando la suma de las curvaturas relativas a todas las curvas producidas por las diferentes secciones de la superficie se obtendrá una expresión que matematiza la forma de la superficie en un punto. Por lo tanto estaba proponiendo, implícitamente, un procedimiento integral para definir la curvatura en el espacio.

Texto 32

[Premio concedido a Sophie en la sesión pública del 8 de enero de 1816. Instituto de Francia. Primera Clase. *Travaux Divers, Tome II*]

La Clase ha recibido una sola memoria que es continuación de la que mereció una mención de honor en 1814, que el autor ha presentado esta vez con nuevos desarrollos. La ecuación diferencial dada por el autor es exacta aunque no haya tenido éxito al demostrarla; pero la manera de tratar las integrales particulares que la satisfacen, las comparaciones que hace con los resultados de M. Chladni, y además las nuevas experiencias que ha elaborado sobre superficies planas y curvas para realizar las indicaciones del cálculo, han merecido que se le conceda el premio propuesto.

Texto 33

[Sesión pública del 8 de enero de 1816. *Journal des Débats*]

La clase de ciencias matemáticas y físicas del Instituto ha tenido hoy, día 8, su sesión pública delante de una asamblea muy numerosa que había sido atraída, sin duda, por el deseo de ver a una virtuosa de un tema tan nuevo, Mlle Sophie Germain, a quién debía ser dado el premio de las superficies elásticas. La espera del público ha sido en vano; esta última no ha venido a recibir una palma que su sexo no había podido nunca obtener en Francia.

Texto 34

[Carta de Sophie a Poisson a propósito de las críticas del jurado que considera como un ataque a su hipótesis]

No creo haberme equivocado en la forma de deducir la ecuación general de mi hipótesis, por lo tanto debe ser mi hipótesis la que no está justificada de manera satisfactoria. Para evitaros recibir toda la demostración he reproducido en la nota adjunta los razonamientos sobre los que está fundamentada. Están escritos de forma separada para que os sea fácil determinar el lugar en el que usted juzga que la cadena de razonamientos está interrumpida.

(Cadena de razonamientos:)

Todas las fuerzas que podamos considerar son proporcionales al efecto que producen o tienden a producir.

Las fuerzas de la elasticidad tienden a eliminar la diferencia entre la forma natural de los cuerpos

debidas a ellos mismos y la forma que los mismos cuerpos se ven forzados a tomar por el efecto de una causa exterior

Las fuerzas de la elasticidad que actúan sobre cualquier cuerpo elástico se pueden medir con la diferencia entre la forma natural de ese cuerpo y la forma que toman bajo el efecto de una causa exterior.

El efecto producido por una fuerza es explícitamente o implícitamente el conjunto de los efectos producidos por la misma fuerza.

Explícitamente si se considera sucesivamente todos los efectos sin expresar que unos dependen de los otros; implícitamente si la relación que existe entre los mismos efectos permite considerarlos como un efecto único.

El efecto de las fuerzas de elasticidad que actúan sobre una superficie es eliminar la diferencia entre la curvatura natural de la superficie y la curvatura que ha sido forzada a tomar por el efecto de una fuerza exterior.

Pero la pregunta sobre la curvatura de una superficie no es susceptible de una respuesta simple; está compuesta de un conjunto de preguntas relativas a la curvatura de las curvas resultantes de las secciones de la misma superficie hechas en todas las direcciones y según todas las inclinaciones posibles.

El conjunto de las diferencias entre las curvaturas de las distintas secciones de la superficie, consideradas antes y después de la acción de la causa exterior, es explícitamente la medida de las fuerzas de elasticidad que actúan sobre esa superficie,

Existe entre las curvaturas de las curvas formadas

por las distintas secciones de la superficie una relación tal que podemos expresar sus sumas por las de las secciones principales.

El efecto de las fuerzas de elasticidad está pues implícitamente expresado por la suma de las únicas diferencias entre las curvaturas principales de la superficie, consideradas antes y después de la fuerza exterior.

Recherches sur la théorie des surfaces élastiques

Texto 35

[Respecto a la sugerencia de Fourier. *Recherches...* 1921]

Me había propuesto publicar esta memoria cuando M. Fourier quiso conocer mi demostración. Este juez ilustrado me manifestó que prefería que los razonamientos en los que me apoyaba tuvieran una base geométrica, y me propuso como modelo la demostración que había dado J. Bernoulli para el caso de la cuerda.

Remarques sur la nature, les bornes et l'étendue de la question des surfaces élastiques et Équation Générale de ces Surfaces

En este trabajo define una superficie elástica como la que verifica la hipótesis que llevaba 15 años demostrando. Su teoría va a ser cierta entonces para las superficies elásticas ya que éstas son por definición las que verifican esa condición. Está, por lo tanto, en el campo de la matemática pura en el que no necesita justificar hipótesis.

Texto 36

[A propósito de la noción de superficie elástica.
Remarques... 1826]

Es una especie de forma mixta entre la de una superficie geométrica y la de un sólido. En efecto, por una parte la superficie geométrica no teniendo una existencia real carece de sentido toda idea de movimiento, y por otra parte las moléculas que componen el interior de un sólido no pueden confundirse con las que pertenecen a una de las caras del mismo sólido, que en virtud de condiciones particulares...

Texto 37

[Definición de superficie elástica. *Remarques...*
1826]

Supuesto esto, se puede decir que un sólido dotado de elasticidad y con un espesor muy pequeño en relación con las otras dimensiones, recibe el nombre de superficie elástica cuando verifica esta condición que, sin tener en cuenta el tiempo, cada uno de los lados en los cuales se puede concebir su espesor dividido, se comporta durante el movimiento de ese sólido de la misma manera que si estuviera aislado.

**Examen des principes qui peuvent conduire à la
connaissance des lois de l'équilibre et du
mouvement des solides élastiques**

Texto 38

[*Examen des Principes...* 1828]

Quiero recordar, en principio, que el objeto de las matemáticas no es la búsqueda de las causas que se

pueden asignar a los fenómenos naturales. Esta ciencia perdería su carácter y su crédito si renunciando al apoyo que le ofrecen los hechos generales bien constatados buscara en el mundo de las conjeturas los medios de satisfacer la necesidad de explicación que ha sido en todos los tiempos una fuente fecunda de errores. En el caso de las fuerzas de la elasticidad, el hecho general, especial y característico es la tendencia que tienen los cuerpos con esta propiedad a restablecer la forma que una causa exterior les había hecho perder. Esta tendencia exige que todas las moléculas del cuerpo elástico tiendan a recuperar el lugar que ellas ocupaban antes de la acción de la causa exterior que las había desplazado.

Este es el hecho, el único hecho incuestionable de la elasticidad; y si, para hacerse una idea de la manera por la que este hecho se realiza, se quiere profundizar más, se debe temer haber introducido en el tema consideraciones que le son inútiles e incluso totalmente extrañas.

Texto 39

[Comentario al texto anterior. C. Radoux]

Este género de declaraciones pseudo-racionalistas, van a entrar, por supuesto, en el florilegio de los puntos de vista, a veces caricaturizados, defendidos por los positivistas. Aunque sin exagerar nada: Las tesis de sus adversarios religiosos o "espiritualistas" eran a menudo más ridículas.

Mémoire sur la courbure des surfaces

Texto 40

[Interpretación geométrica. *Mémoire sur la courbure des surfaces*. 1831]

La expresión de la fuerza elástica de una superficie se mide a partir del radio de una esfera igual a la curvatura media de la superficie deformada en ese punto.

Texto 41

[Interpretación física. *Mémoire sur la courbure des surfaces*. 1831]

Hablo de cantidad de curvatura porque de alguna manera la curvatura se reparte alrededor de un punto dado de la superficie, que se equilibrará con la misma cantidad dinámica. Por otra parte no oculto que esta forma de tratar la curvatura es totalmente nueva. Los geómetras decidirán si debe ser adoptada.

Texto 42

[Sobre su trabajo en teoría de la elasticidad. M. Alic]

Originalmente Germain había sido la única que trabajaba sobre la elasticidad, y el factor limitante era su conocimiento de las técnicas matemáticas. Ahora había un interés generalizado: un interés que había sido estimulado por los trabajos de Germain. Pero el trabajo se hacía dentro de una comunidad que la excluía tan totalmente que ni siquiera se daba cuenta de lo que sucedía. El factor determinante era su sexo, no su capacidad matemática.

Obra filosófica**Texto 43**

[Sobre "*Œuvres Philosophiques de Sophie Germain*".
J. Bertrand en *Journal des Savants*. Mayo de 1879]

Bajo el título general "*Oeuvres Philosophiques de Sophie Germain*" se ha reunido un discurso general sobre las ciencias y las letras, algunos pensamientos escritos por ella y motivados por sus lecturas, ciertamente, sin intención de publicarlos. Confirmando la opinión, formada ya desde hace tiempo, sobre la inteligencia elevada y audaz del autor.

Considérations générales sur l'état des Sciences et des Lettres

Una de las ideas originales de este ensayo fue identificar los procesos intelectuales de las "Ciencias" y las "Letras" e incluso de todas las actividades humanas. Pero esta semejanza, no es la parte más importante de su obra, que pasa a un segundo plano frente a consideraciones mucho más profundas sobre el recorrido histórico, el carácter y la naturaleza de la Ciencia. El concepto clave que unifica el texto es "la analogía" que permite ordenar y encontrar las leyes del universo. Sus planteamientos son claramente positivistas y en su pensamiento está siempre presente su formación científica y su pasión por las matemáticas.

Comentarios a esta obra**Texto 44**

[Sobre "*Considérations générales sur l'état des Sciences et des Lettres*". A Comte en *Cours de philosophie positive* (t 2, pp 415) 1835]

Se apreciaría imperfectamente el alto alcance de Mme Germain si nos limitáramos a considerarla como geómetra; cualquiera que sea su eminente mérito matemático, del que ha dado prueba su excelente discurso póstumo sobre el estado de las ciencias y las letras, en las diferentes épocas de la cultura, indica en efecto una filosofía muy elevada, enérgica y sagaz a la vez, de la que bien pocas mentes superiores tienen hoy un sentimiento tan neto y tan profundo. Atribuiría siempre el mayor premio a la conformidad general que he percibido en este escrito con mi propia manera de concebir el conjunto del desarrollo intelectual de la humanidad.

Texto 45

[Sobre "*Considérations générales sur l'état des Sciences et des Lettres*". L. Liard, *Revue philosophique*. 1879]

El libro de Sophie Germain, prescindiendo del momento en que fuera escrito, tiene una fecha marcada por la sucesión de sistemas filosóficos; para quien lo comprenda, es un análisis ampliamente tratado de las doctrinas que iban pronto a disputarse la preeminencia. Por una parte prepara la filosofía positiva y por otra se relaciona con esa filosofía racional que sin renovar el escepticismo de Protágoras o el idealismo de Parménides, pretende encontrar en el hombre la medida de la verdad.

De forma general, el objeto de Sophie Germain es mostrar que en todas las obras de ciencia, literatura, bellas artes, el espíritu humano sigue ciertas reglas comunes, de las que la acción se manifiesta por todas

partes, aunque la huella no se acusa de igual forma en todas ellas. Nada parece más distinto que la construcción de un problema de geometría y la composición de un poema. Pero esta diversidad recubre procedimientos generales y semejantes: la unidad del sujeto, el orden y la proporción de las partes, todas las cosas sin las que la obra científica o literaria está desprovista de esa verdad que la hace duradera. La razón y el gusto están pues menos distanciados de lo que parece. El sabio y el artista comienzan por hacerse una pregunta o concebir un tema: imaginan enseguida los medios más adecuados para resolverlo en un caso o realizarlo en el otro; después los colocan en un orden determinado por una idea genial, observando entre ellos esa justa proporción que resulta de sus relaciones con el pensamiento principal y de este modo se manifiesta, entre la ciencia y las artes, una afinidad de origen y de naturaleza que todavía no se desvelaba de la sabiduría humana, donde la imaginación era todo, pero que un progreso continuado en las distintas ramas del saber ha sido mal conocido acentuando las diferencias que en un principio apenas se vislumbraban.

Texto 46

[Sobre "*Considérations générales sur l'état des Sciences et des Lettres*". J. Bertrand. en *Journal des Savants* mayo de 1879]

El opúsculo del que acabamos de tener una nueva edición había sido, desde su primera publicación en 1833, mucho menos importante que los trabajos matemáticos de su eminente autor. Sin embargo en él

Sophie Germain muestra un pensamiento firme y elevado, en el que las aspiraciones hacia un inflexible rigor lógico no excluyen ni el entusiasmo, ni la elegancia del buen gusto. La precisión de su estilo atestigua, en más de una página, su inteligencia y estar habituada a las demostraciones matemáticas.

Texto 47

[Sobre "*Considérations générales sur l'état des Sciences et des Lettres*", Dr. Segond en *La philosophie positive* en 1879]

El hombre, tanto en el universo como en él mismo, ha podido reconocer la verdad, lo bueno y lo bello, en ciertos caracteres de orden, de proporción y de simplicidad que resultan de su manera de pensar; ese sentimiento profundo de unidad lo ha guiado en todos sus juicios y en todas sus concepciones; si el poeta imagina una acción, si el sabio busca descubrir las leyes de los fenómenos, es siempre por aplicación de los mismos procedimientos a creaciones tan diferentes en apariencia.

Texto 48

[Sobre "*Considérations générales sur l'état des Sciences et des Lettres*", A. Dahan Dalmedico. 2000]

Sophie Germain busca precisar sus propias consideraciones sobre las diferentes épocas de la cultura. Piensa que un estado metafísico ha precedido al estado científico, lo que recuerda la ley de los tres estados, enunciada en la misma época por Augusto Comte: en su evolución intelectual, la humanidad ha pasado del estado teológico y militar (caracterizado

por una explicación imaginativa y sobrenatural de los fenómenos) a un estado metafísico y legista. Este es una simple modificación del estado precedente, en el que los agentes sobrenaturales son reemplazados por fuerzas abstractas, de las entidades, para alcanzar por fin el estado positivo e industrial, donde el Hombre, renunciando a buscar las causas profundas de los fenómenos, busca solamente descubrir por la observación y el razonamiento, las leyes efectivas que rigen los hechos. El planteamiento de Sophie Germain explica las alabanzas de las que fue objeto en el “*Cours de philosophie positive*” de Comte.

Texto 49

[Sobre "*Considérations générales sur l'état des Sciences et des Lettres*". C. Radoux. 1996]

También desarrolla en él las tesis positivistas, con la idea de un enfoque común tanto en los principios como en los métodos para los progresos científicos, artísticos y literarios.

Capítulo 1: Textos sobre las letras y las ciencias

Texto 50

[*Considérations générales sur l'état des Sciences et des Lettres*. Cap 1º. 1833]

Cuando observamos desde un punto de vista general las distintas obras de la humanidad nos sorprende su similitud. ...

Si pudiéramos penetrar en la naturaleza de las cosas; si las observaciones, las reflexiones y las teorías que integran nuestra riqueza intelectual no fueran del ser humano, elegiríamos con certeza entre esas dos

proposiciones; o el tipo que encontramos en nosotros mismos y en los objetos exteriores nos revela las condiciones del ser; o ese tipo, que nos pertenece como propio, atestigua la manera por la que podemos comprender lo posible.

Este conocimiento profundo nos está siempre prohibido. Pero en nosotros intentamos buscar como un sentimiento profundo de orden y de proporción que llegará a ser para nosotros el carácter de lo verdadero en todas las cosas, podemos llegar a reconocer que, en los diversos géneros, nuestros estudios, nuestras investigaciones, dirigidas a un mismo objetivo emplean métodos que también son los mismos.

...Los oráculos del buen gusto se parecen a las decisiones de la razón; el orden, la proporción y la simplicidad no dejan de ser necesidades intelectuales. Los temas son diferentes, pero el juicio es el mismo basado en ese tipo universal que pertenece igualmente a lo bello y a lo verdadero.

...Sin ninguna duda las ciencias, las letras y las bellas artes han nacido de un sentimiento común. Han reproducido sin cesar, con los medios que constituyen la esencia de cada uno de ellos, copias renovadas de ese modelo inédito, tipo universal de la verdad que siempre está presente en los seres humanos superiores.

Capítulo 2

En este capítulo expone los caminos que, hasta entonces, había seguido la humanidad para progresar y sugiere su proceso en el porvenir. Su escepticismo, tan alabado por los positivistas, tiene un límite en su pensamiento que es su firme creencia en el progreso de

la Ciencia. Su convicción en la eficacia de los métodos matemáticos, conduce su razonamiento a explicar los acontecimientos sociales y políticos estableciendo ingeniosas analogías entre la mecánica y los hechos históricos

Sobre la historia del hombre y de la Ciencia
Texto 51

[*Considérations générales sur l'état des Sciences et des Lettres*. Cap 2°. 1833]

Buscando sobre todo su propia imagen, el ser humano ha personificado a los seres inanimados, seres intelectuales, creaciones de su imaginación, que han presidido todos los actos y todos los fenómenos naturales. Así se manifestaba ya, en esta primera época de la cultura intelectual, el sentimiento profundo de un lugar común entre todos los seres, y el de un tipo universal grabado en la inteligencia humana para servirle de modelo.

Las ciencias no existían aún; pero la necesidad de explicar se hacía sentir. La primera literatura fue poética. Lo que tenía lugar en las ciencias físicas no era menos poético que la literatura misma; estas ramas del saber, tan separadas hoy, que se necesita sagacidad para notar lo que tienen en común, antes, en los primeros tiempos, estaban enteramente confundidas.

...En los primeros tratados del pensamiento percibimos el gusto por las ideas generales y el sentimiento de analogía que a continuación se reproducirán bajo las formas más variadas. La individualidad y la inteligencia del ser humano, en virtud de las cuales sus acciones están dirigidas hacia

el objetivo que quiere obtener, son conocidas por él al mismo tiempo que su propia existencia.

...Fiel a su pensamiento constante, el ser humano no ha cesado jamás de mirar su propia existencia como tipo de todas las otras existencias. Los espíritus existen, conocen, quieren, actúan, y sus acciones se manifiestan en los cambios materiales que realizan, debían buscar en sí mismos alguna similitud, nuestros conocimientos, nuestras voluntades, y el principio de nuestras acciones han sido pues atribuidos a una sustancia inmaterial que, siguiendo la diversidad de esas operaciones, ha recibido diferentes nombres...

...Sin atenernos a ningún orden histórico, sigamos la evolución de la humanidad. Las observaciones son múltiples. La regularidad de los movimientos celestes, la constancia de los fenómenos sublunares, han revelado leyes inmutables. Las voluntades de una multitud de personas no han tenido ese carácter. Un sólo ser humano puede tener voluntades relativas a los objetos diferentes; y si tuviera que dirigir a la vez varias acciones establecería un orden constante para conseguir una atención detallada. La persona ha dicho entonces: "Un solo ser ha querido el universo y lo gobierna, su voluntad es inmutable".

...La humanidad ha llegado al límite de la analogía. Antes no había idea del ser pues faltaba el modelo. Esta negación de la idea, este límite del pensamiento se ha expresado; su nombre es infinito: Si se trata de la duración es la eternidad. El creador del universo no ha comenzado; no debe terminar; es eterno.

...Hemos llegado a decir que el Creador del universo no ha comenzado; la idea de que no debe

terminar es, por así decirlo, simétrica de la primera. Y bien, apropiándose del genero de límites que su espíritu había alcanzado, no lo adopta más para su origen, y hace de ello el término de su existencia inmaterial. Esta especie de paradoja encontrará su explicación cuando nos ocupemos de la relación establecida entre la moral y las creencias.

Textos con tesis positivistas

Texto 52

[*Considérations générales sur l'état des Sciences et des Lettres*. Cap 2º. 1833]

Aunque hemos renunciado a nuestros antiguos errores, todavía conservamos, en nuestros argumentos, el hábito invariable de juzgar la naturaleza de las cosas por la posibilidad de formarnos una idea de ellas. Así decimos fríamente que la materia es divisible hasta el infinito porque nos resulta fácil continuar hasta el infinito la operación aritmética de la división. Decimos que no puede pensar porque es divisible hasta el infinito y, porque la unidad de nuestras operaciones intelectuales rechaza la idea de divisibilidad. Sin embargo no sabemos todas las cosas, ni a posteriori, ya que la experiencia no las sabría determinar, ni a priori, ya que sólo conocemos la materia por percepciones e ignoramos completamente su esencia.

...Existe en nosotros un sentimiento profundo de unidad, de orden y de proporción, que sirve de guía a todos nuestros juicios. En los asuntos morales usamos la regla del bien, en los asuntos intelectuales, sacamos la del conocimiento de la verdad, en los asuntos de puro divertimento encontramos la del carácter de lo

bello; pero esas leyes de nuestro ser ¿contienen una verdad absoluta?, y el tipo interior que nos sirve de modelo y convence a nuestra manera de sentir, ¿tiene una realidad fuera de nosotros de la que podamos mostrar su certeza?

...Mil suposiciones gratuitas habían sido incorporadas a un pequeño número de verdades; y a pesar de las formas absolutas de la enseñanza de la filosofía, el ser humano con un espíritu justo, siente en el fondo de su conciencia que el estudio no puede llevarle a ninguna certeza verdadera.

...Concluimos pues que la distinción entre lo contingente y lo necesario es, en el fondo, la misma que se encuentra entre los hechos de los que se ignora su causa y aquellos de los que se conoce su naturaleza.

...¿Nuestra lógica es la de la razón absoluta o es la que le conviene a la razón humana?

...Si nuestra lógica no es otra cosa que el conjunto de los principios de la razón absoluta, ¿cómo, a pesar de una guía tan segura, hemos podido errar tan largo tiempo en la región nebulosa de las suposiciones gratuitas?

Textos sobre las Matemáticas

Texto 53

[*Considérations générales sur l'état des Sciences et des Lettres*. Cap 2°. 1833]

Las ciencias matemáticas han integrado desde hace mucho tiempo todo el dominio de las ciencias exactas; en cualquier otra parte encontramos los esfuerzos en vano del genio para llegar al conocimiento de la

verdad, y los numerosos errores que arrastraban las doctrinas insuficientes de los primeros inventores. El lenguaje misterioso empleado por los filósofos formaba, con la expresión precisa y clara de las ciencias exactas, un singular contraste que inspiraba a los geómetras el más profundo desprecio por las otras ciencias. Pero cuando los fenómenos celestes se explicaron con las leyes del cálculo, el estudio de las matemáticas se hizo más general, y las mentes inteligentes se quedaron sorprendidas por una manera de argumentar tan diferente.

...En nuestros días el espíritu matemático ha hecho tales progresos que la física, llamada particular, es decir la ciencia de los fenómenos naturales que no pertenecen a la historia natural, por así decirlo, ha desaparecido y se ha transformado en una de las ramas más importantes de las ciencias exactas.

Con respecto a las nuevas técnicas, el lenguaje del cálculo se ha enriquecido con nuevos métodos; y esos métodos han proporcionado el medio para tratar cuestiones que, hace poco tiempo, parecía que debían permanecer extrañas a las ciencias exactas.

...Por una sucesión de esfuerzos, concentrados sin embargo en un pequeño número de personas, un lenguaje preciso y exacto, en el que el menor error se hace sensible, se ha formado y enriquecido. Este lenguaje es el de la razón en toda su pureza; prohíbe la divagación, muestra el error involuntario y es necesario no conocerlo para utilizarlo para la impostura. Reproduce en todas sus consecuencias el principio que le ha sido confiado. Puede servir para probar la unidad de la esencia, el orden y las

proporciones de la causa que el espíritu humano busca obstinadamente en todos los objetos de su atención; no solamente expresa las condiciones para nuestra satisfacción intelectual, sino que pertenecen al ser o a la verdad.

Textos sobre Matemáticas, Física y Sociedad

Texto 54

[*Considérations générales sur l'état des Sciences et des Lettres*. Cap 2°. 1833]

La analogía que se hace notar entre los diferentes objetos que conocemos no se limita a un solo punto. Se podría afirmar, por ejemplo, que toda la mecánica racional presenta con las ciencias políticas tales semejanzas que los teoremas de los que se compone la primera se convierten, en relación con las segundas, en proposiciones en las que la verdad es indiscutible.

Así el equilibrio entre varias fuerzas se produce porque la acción de una de ellas se supone de sentido contrario y de la misma potencia que las otras. Se componen y se descomponen; producen resistencias en una dirección que no es la de la acción directa.

Lo mismo tiene lugar con respecto a las fuerzas que nacen del estado de la sociedad. Si tienen la misma dirección, sentidos opuestos y la misma potencia, el estado de reposo se mantiene. Hay un arte de cambiar las direcciones en las que ellas actúan oponiéndoles obstáculos. El paralelogramo de las fuerzas podría servir de representación para ese tipo de dirección.

Cuando un sistema está en reposo, este estado puede ser debido a condiciones esencialmente diferentes: Si una causa exterior actúa sobre el sistema,

o éste tiende a volver a su posición inicial, y el equilibrio se restablecerá por medio de oscilaciones cuya amplitud disminuye en cada instante; o bien el movimiento comunicado alejará cada vez más el sistema de su posición inicial y este sistema sólo volverá al estado de reposo después de llegar a una situación totalmente diferente.

Los dos casos de equilibrio estable y equilibrio no estable se observan de igual manera en el estado social. Las causas propias de una agitación, producen a veces ligeros movimiento que cesan ellos mismos y otras veces revoluciones completas, que sólo permiten que renazca el estado de paz después de grandes cambios en el orden social.

Si queremos llevar la comparación más lejos, la analogía no se desmiente.

El equilibrio estable tiene lugar cuando todos los puntos del sistema han alcanzado la situación que conviene a su tendencia natural. El estado de tranquilidad es duradero cuando todos los individuos que componen la sociedad están en la situación que conviene a su tendencia natural.

El equilibrio no es estable cuando está establecido sobre un punto que sólo puede subsistir el tiempo en el que esté protegido de todo choque. El menor desbloqueo devolverá a los puntos que lo componen la libertad de movimiento en la dirección de su tendencia natural, el estado inicial debe terminar por ser cambiado por un estado opuesto al primero; de manera que el movimiento no pueda terminar antes de que el nuevo estado, que no es otro que el que constituye el equilibrio estable, haya reemplazado al estado inicial.

Los estados gobernados sin consideración hacia las tendencias sociales conservan la tranquilidad interior durante el largo tiempo en el que ningún suceso venga a agitar las conciencias; pero la menor circunstancia es suficiente para poner en movimiento la sociedad hasta en sus fundamentos. Vemos entonces que cada voluntad individual recibe un nuevo impulso, y los movimientos continúan hasta que el Estado, reestablecido sobre bases más sólidas, ofrece a cada uno las garantías de las que había sentido necesidad.

...Hemos tratado la revolución que se ha producido en la manera de enfocar las ciencias físicas. Hemos comentado como los métodos geométricos han extendido su imperio llevando la certeza a regiones que fueron durante mucho tiempo el dominio de las ideas sistemáticas. Las ciencias morales y políticas no tardarán en sufrir la misma transformación. La opinión pública ya espera ese cambio y en adelante se cumplirá incluso para las doctrinas que hacen, de su realización por un entusiasmo irreflexivo, nuestra esperanza, pero los peligros de este entusiasmo erróneo no serán duraderos y, dentro de poco, el placer del que proviene este síntoma estará plenamente satisfecho. Los métodos existen; su empleo puede retrasarse por una dificultad nacida del amor propio; los hombres capaces de abordar estas cuestiones tienen miedo de no ser estimados por sus semejantes y de no tener jueces ilustrados dentro de las personas no iniciadas en las ciencias. Un obstáculo de este tipo no puede subsistir mucho tiempo y por eso podemos, desde el presente, considerar las ciencias morales y políticas dentro del dominio de las ciencias exactas.

Epílogo: Texto 55

[MOZANS, H. J. (1913): *Women in Science*]

Ella es probablemente la mujer con más hondura intelectual que Francia haya producido nunca. Y todavía resulta más extraño que cuando el funcionario del estado fue a extender su certificado de defunción la designara como "rentista", como si fuera una mujer sin ninguna profesión y no como una matemática. Y no sólo esto. Cuando la Torre de Eiffel fue erigida, se inscribieron en esta estructura los nombres de setenta y dos científicos. Pero en esta lista no aparece el nombre de esa hija de genio, Sophie Germain, cuyas investigaciones contribuyeron a establecer la teoría de la elasticidad. ¿Se la excluyó de esta lista por la misma razón por la que no fue elegida como miembro de la Academia Francesa, por ser una mujer? Si esto fuese así, mayor sería la vergüenza para aquellos que fueron responsables de tal ingratitud hacia una persona merecedora del reconocimiento de la Ciencia, y que por sus logros se había ganado allí un lugar envidiable.

IV
BIBLIOGRAFÍA

- ALIC, M. (1991): *El legado de Hipatia. Historia de las mujeres desde la Antigüedad hasta fines del siglo XIX*, Madrid.
- BERTRAND, J. (1879): *Oeuvres de Sophie Germain*, "Journal des savants", 307-314.
- BONCOMPAGNI, B. (1880): *Cinq lettres de Sophie Germain à C-F Gauss*, Archiv. Der Math, Phys. Lit. Bericht, CCLIX, 27-31, CCLXI, 3-10.
- BUCCIARELLI, L. L., DWORSKY, N. (1980): *Sophie Germain. An essay in the History of the theory of Elasticity*, Dordrecht.
- COMTE A. (1835): *Cours de philosophie positive*. Vol II, Paris.
- DAHAN DALMEDICO, A. (1988): *Étude des méthodes et des styles de mathématisation: la science et l'élasticité*, "Sciences à l'époque de la Révolution Française". R. Rashed (ed), Paris, 349-442.
- DAHAN DALMEDICO, A. (1987): *Mécanique et théorie des surfaces: les travaux de Sophie Germain*, "Historia Mathematica", 14, 247-365.
- DAHAN DALMEDICO, A. (1991): *Sophie Germain*, "Scientific American", 265, 117-122.
- DAHAN DALMEDICO, A. (2000): *Sophie Germain*, "Les mathématiciens", Paris, 72-85.
- DEL CENTINA., A. (2002): *Letters of Sophie Germain preserved in Florence*, Ferrara.
- DUBNER, H. (1996): Large Sophie Germain Primes, "Math. Computer", 65, 393-396.
- DUBREIL-JACOTIN, M. L. (1948): *Figures de Mathématiciennes*, "Les grands courants de la pensée mathématique", F. Le Lionnais (ed.), Paris, 260-261.
- EDWARDS, H. (1996): *Fermat's Last Theorem*, New York
- EYCHENNE, E. (1993): *Mathématiciennes, ... des inconnues parmi d'autres*. Besançon.
- FIGUEIRAS, L.; MOLERO, M.; SALVADOR, A.; ZUASTI, N. (1998): *Género y Matemáticas*, Madrid.
- FIGUEIRAS, L.; MOLERO, M.; SALVADOR, A.; ZUASTI, N. (1998): *El juego de Ada. Matemáticas en las Matemáticas*, Granada.
- GERMAIN, S (1821): *Recherches sur la théorie des surfaces élastiques*, Paris.
- GERMAIN, S (1826): *Remarques sur la nature, les bornes et*

- l'étendue de la question des surfaces élastiques et Équation Générale de ces Surfaces*, Paris.
- GERMAIN, S (1828): *Examen des principes qui peuvent conduire à la connaissance des lois de l'équilibre et du mouvement des solides élastiques*. Annales de Physique et de Chimie. Tome XXXVII, 123-131.
- GERMAIN, S (1831): *Mémoire sur la courbure de surfaces*, "Crelle Journal", VII, 1-29.
- GERMAIN, S (1831): *Notes sur la manière dont se composent les valeurs de y et z dans la équation...*, "Crelle Journal", VII, 201-204.
- GERMAIN, S (1833): *Considérations générales sur les Sciences y les Lettres aux différentes époques de leur culture*, A. J. Lherbette (ed), Paris.
- GERMAIN, S (1879): *Sophie Germain: Oeuvres philosophiques*. H. Stupuy (ed), Paris. (2^a ed 1890).
- GERMAIN, S: Muchas de sus cartas están en la Biblioteca Nacional de Francia. Otros manuscritos en la Biblioteca Moreriana de Florencia. Las memorias manuscritas que presentó para obtener el premio se encuentran en los archivos de la Academia de Ciencias en el dossier del Prix Extraordinaire para el año 1814.
- GOT, T. (1948): *Une énigme mathématique: Le dernier Théorème de Fermat*, "Les grands courants de la pensée mathématique", F. Le Lionnais (ed.), Paris, 90-98.
- GRAY, M. W. (1987): *Sophie Germain*, "Women of Mathematics. A Bio bibliographic Sourcebook", L. S. Grinstein and P. J. Campbell, (ed), Connecticut, 47-56.
- HAUCHECORNE, B., SURATTEAU, D. (1996): *Des mathématiciens de A à Z*, Paris, 146-147.
- HEYDEMANN, M. C. (1974): *Histoire de quelques mathématiciennes*, "Mathématiques, Mathématiciens et Société", P. Samuel (ed), Paris.
- INDLEKOFER, K. H., JÁRAI, A. (1999): *Largest Known Twin Primes and Sophie Germain Primes*. "Math. Comput", 68, 1317-1324.
- LAFORTUNE, L. (1986): *Femmes et mathématiques*. Montréal.
- LEGENDRE, A. M. (1823): *Recherches sur quelques objets d'analyse indéterminée et particulièrement sur le théorème de*

- Fermat*, "Mémoires de la Académie Royal des Sciences de l'Institut de France", 6, 1-60.
- LEGENDRE, A. M. (1830): *Théorie des Nombres*, Paris.
- LIARD, L. (1879): *Sophie Germain (Oeuvres Philosophiques)*, "Revue Philosophique", 426-431
- LIBRI G.(1832) *Notice sur Sophie Germain*, "Journal des Debats".
- MATAIX, S. (1999): *Matemática es nombre de mujer*, Barcelona.
- MICHEL, G. (1985): *The philosophical works of Sophie Germain*, "Science and philosophy", Milan, 712-729.
- MOZANS, H. J. (1913): *Women in Science*, (ed. 1974), Cambridge.
- OSEN, L. M.(1992): *Women in Mathematics*, Cambridge.
- PERL, T. (1978): *Sophie Germain. Math Equals*, "Biographies of Women Mathematicians and Related Activities", Menlo Park, (California).
- RADOUX, C. (1996): *Quelques mathématiciennes*, "Cahiers Rationalistes", 501 y 502, Paris.
- SAMPSON, J. H. (1990): *Sophie Germain and the Theory of Numbers*, "Archive for History of Exact Science", 41, 157-161.
- SEGOND, D. (1879): *Oeuvres Philosophiques de Sophie Germain*, "La philosophie positive".
- SMITH, S. (1996): *Agnesi to Zeno: Over 100 Vignettes from the History of Math*. Berkeley.
- TEE, G. J (1983): *The pioneering Women Mathematicians*, "The Mathematical Intelligencer", Vol. 5, n° 4, 27-36.