

Otras miradas

# Aportaciones de las mujeres a las matemáticas

Para integrar en el *currículum* de Secundaria

6789%+ $x$ -

TÍTULO: Otras miradas

Aportaciones de las mujeres a las matemáticas  
Para integrar en el *currículum* de Secundaria

EDITA: Federación de Enseñanza de CCOO  
Pza. de Cristino Martos, 4, 4º. 28015 Madrid

DIRECCIÓN Y COORDINACIÓN:  
Carmen Heredero de Pedro y Esther Muñoz Hernández

ORIENTACIÓN ACADÉMICA:  
Teresa Corcobado Cartes

AUTORÍA: CIMAK C.B.  
Inés de Francisco Heredero  
Cristina García Menéndez  
María Martínez Menéndez  
Catalina Mijares Rilla

ILUSTRACIONES: Ángel García Gómez

COORDINACIÓN TÉCNICA: FOREM

ISBN: 978-84-695-1129-9

Diseña, maqueta y realiza: Pardedós

Imprime: Clarodigital

Depósito Legal: M-49704-2011

## Preámbulo

Para la Federación de Enseñanza de CCOO la defensa de una enseñanza de calidad ha sido y es una muy fundamental seña de identidad. Y uno de los rasgos que definen nuestro concepto de calidad en la enseñanza es el que esta sea coeducativa.

No es nueva la preocupación de la Federación de Enseñanza de CCOO por la coeducación, preocupación que se ha plasmado en múltiples de los aspectos que implica el objetivo de conseguir que en nuestros centros educativos se lleve a la práctica una educación en y para la igualdad de los sexos.

Desde nuestra condición de sindicato, hemos trabajado en la exigencia a las administraciones educativas para que fomenten esa práctica mediante el establecimiento, por ley, de la igualdad como objetivo y fin del sistema educativo, la formación del profesorado o la dotación de recursos materiales y humanos para los centros.

Pero no nos hemos conformado con la reivindicación, que hemos hecho y seguiremos haciendo. Nuestra actividad también ha estado dirigida, a partir del estudio y el debate realizados en el seno de nuestra organización, a la elaboración de una alternativa coeducadora, que hemos procurado transmitir al conjunto del profesorado de nuestro país, mediante jornadas y cursos formativos, artículos de opinión en las revistas profesionales o mediante la elaboración de materiales para la formación del profesorado en coeducación.

En esta ocasión, y gracias al convenio que la Federación de Enseñanza de CCOO ha firmado con el Instituto de la Mujer, nos proponemos ayudar al profesorado en su tarea educativa, aportando un material que busca cubrir las insuficiencias de los libros de texto en relación con la necesaria visibilidad de las mujeres y de sus aportaciones a la historia de la humanidad, lo que, sin duda, revertirá en una mejor formación de nuestros alumnos y alumnas.

Todos los beneficios asociados al fomento de la educación en igualdad justifican por sí mismos el esfuerzo de cuantos estamos implicados en la tarea educativa.

*José Campos*. Secretario General

## Presentación

Históricamente relegadas de la educación, de la política, de la participación social... de la ciudadanía, la sociedad ha impuesto a las mujeres el ejercicio de unos roles muy definidos, relacionados normalmente con el cuidado, la educación de los hijos e hijas, la alimentación, la familia... las tareas del ámbito privado, doméstico. Un ámbito importante, sin el que no existiría todo lo demás, pero desvalorizado socialmente.

Ahora bien, desde los inicios de la civilización encontramos a mujeres que han luchado por salir de la esfera de lo privado y ser reconocidas en el ámbito público. Ha sido una tarea muy complicada que ha de reconocerse a mujeres de todos los siglos y clases sociales. Solo algunas lo han tenido un poco más fácil, debido a unas especiales condiciones familiares favorables. Aun así, la historia volvió a discriminarlas invisibilizando su nombre y sus aportaciones a la Cultura de la humanidad.

Esta histórica ocultación de las mujeres sigue siendo la norma general en nuestra sociedad y los manuales de texto que utilizamos siguen caracterizándose por un androcentrismo que explica la vida desde el punto de vista de los hombres, pretendiendo que ese es el exclusivo punto de vista existente. Se oculta a muchas mujeres que han aportado conocimientos tanto o más importantes que los de ellos, pero también se invisibiliza la propia actividad adjudicada socialmente a las mujeres, despreciándola como objeto de aprendizaje.

Iniciamos con esta publicación la colección *Otras miradas*, las miradas al mundo de muchas mujeres que han sido relegadas, silenciadas, discriminadas, pero que, por fortuna, gracias a la labor de nuevas investigaciones, vamos rescatando y procurando que se las conozca y valore. Incorporar su vida y su obra al *currículum* académico supone, además de hacerles justicia, combatir el androcentrismo de la ciencia y ofrecer a nuestras jóvenes modelos femeninos con que identificarse.

Esta colección va dirigida a profesores y profesoras de los Centros educativos de Enseñanza Secundaria Obligatoria, Bachillerato, y Formación Profesional, para animarles y ayudarles a cubrir las carencias de los libros de texto que nos ofrece el mercado editorial, manuales ajenos, por lo gene-



ral, a la promoción de la imagen de las mujeres en contextos que no sean los estereotipados papeles femeninos vinculados al hogar y los cuidados. El esfuerzo del profesorado en la sensibilización y en la transmisión de la igualdad como valor básico y, por tanto, en desterrar los estereotipos sexistas, es una tarea ineludible.

Queremos contribuir a llevar a la práctica en nuestros centros educativos uno de los principios en que se inspira nuestra máxima ley educativa, la LOE: el desarrollo de la igualdad de derechos y oportunidades y el fomento de la igualdad efectiva entre hombres y mujeres.

Este primer volumen que inicia la colección lleva por título *Aportaciones de las mujeres a las matemáticas. Para integrar en el curriculum de Secundaria*. Le seguirá un segundo volumen referido a las aportaciones de las mujeres a la lingüística y a la literatura. Y confiamos en poder continuar la elaboración de otros volúmenes para el resto de las materias de las etapas de Enseñanza Secundaria.

Por último, queremos agradecer a cuantas personas han hecho posible esta publicación y, en especial, al Instituto de la Mujer, por la confianza depositada en la Federación de Enseñanza de CCOO, al firmar el convenio que la motiva, y a su Directora de Programas de Educación, Carolina Suárez García, por su entusiasta colaboración en la resolución de cuantos interrogantes de índole administrativo nos han surgido.

Madrid, diciembre de 2011.  
*Carmen Heredero y Esther Muñoz.*

## Introducción

Esta Guía se realiza con el propósito de suplir las insuficiencias existentes en los actuales manuales de texto utilizados en el ámbito docente, en relación con la transmisión de contenidos que visibilicen a las mujeres y sus aportaciones en el ámbito de las matemáticas, campo especialmente adjudicado a los varones, incluso en nuestros días. Con ello pretendemos aportar un mayor, mejor y más justo conocimiento de la historia del saber y de sus protagonistas.

Se pretende dejar constancia del esfuerzo y de las aportaciones de mujeres matemáticas, a lo largo de la historia, para que el alumnado las conozca e identifique. Para ello, hemos escogido a 13 mujeres, de entre muchas que existen, porque creemos que sus propias vidas y sus aportaciones matemáticas son elementos de indudable interés para la formación, tanto en conocimientos como en valores, de los y las estudiantes. En base a esos dos aspectos se pueden plantear dinámicas y ejercicios para trabajar en la clase de matemáticas.

La guía se ha estructurado de manera cronológica, según la fecha de nacimiento de cada una de las mujeres. Así pues, la relación de autoras que encontraremos será la siguiente:

Theano (s. VI a.C.)

Hipatia (370-415)

Émilie de Châtelet (1706-1749)

María Gaetana Agnesi (1718-1799)

Sophie Germain (1776-1831)

Mary Somerville (1780-1872)

Ada Lovelace Byron (1815-1852)

Florence Nightingale (1820-1910)

Sofía Kovalevski (1850-1888)

Grace Chisholm Young (1868-1944)

Mileva Maric (1875-1948)

Amalie Emmy Noether (1882-1935)

Grace Murray Hopper (1906-1992)

A su vez, cada autora se ha estructurado en los siguientes epígrafes:

**Su contexto.** En el que se sitúa a la protagonista en el contexto más cercano: familia, sociedad, país...

**Biografía.** Se explica el desarrollo de su vida de manera cronológica, recogiendo las dificultades a las que cada una tuvo que enfrentarse.

**Aportaciones.** En este apartado se detallan los principales descubrimientos y teorías matemáticas y científicas de cada una de las autoras, de incalculable valor matemático y de utilidad en el aula.

**Propuestas de ejercicios para el alumnado.** Se proponen una serie de ejercicios para trabajar las aportaciones de cada autora, con los que se pretende fomentar tanto la capacidad de razonamiento del alumnado, como la comprensión de conceptos y procedimientos propios de la actividad matemática, para aprender a plantear y resolver problemas a través de enunciados que fomenten la conciliación y la coeducación, utilizando términos neutros que engloben a hombres y mujeres o proponiendo la elaboración de gráficas, estadísticas y probabilidades, con perspectiva de género.

No se ha establecido una recomendación por curso o etapa, ya que consideramos que cada profesor o profesora conoce el nivel de su alumnado y será quien mejor pueda aplicar –o adaptar- las propuestas de ejercicios que planteamos, según estime conveniente.

Tras las páginas que dedicamos a estas trece mujeres, recogemos un listado con algunas otras de las que sabemos de su existencia, si bien no contamos con las investigaciones necesarias para dar cuenta de su vida y su trabajo. El interés por el conocimiento de la historia de las mujeres es reciente y aún queda mucho por hacer.

Así, el salto cronológico existente entre los Siglos V a XVIII, se debe a distintos factores: por un lado, se conservan muy pocos datos y documentos de mujeres científicas de esos años, y por otro, la ciencia y la tecnología aún no habían despegado. Animamos al profesorado a complementar este material didáctico y a investigar las aportaciones de otras mujeres que hayan desarrollado sus trabajos en esa etapa de la historia.

Como características comunes a muchas de las matemáticas objeto de análisis y reflexión en esta guía, podríamos destacar las siguientes:

- ▶ Casi todas ellas son mujeres instruidas, inteligentes y creativas, provenientes de una alta posición social, lo que favoreció su educación y formación, posición que, sin duda, supieron aprovechar.
- ▶ También cabe destacar que durante muchos siglos estuvieron excluidas de la educación formal, en clara desventaja frente a los varones. Se las discriminaba y se las consideraba incapaces para comprender la ciencia.
- ▶ Otra característica común es que se las reconoce más que por sus inmensas contribuciones, por su alta posición en la sociedad –Ada Byron, condesa de Lovelace, Gabrielle Émilie de Breteuil, marquesa de Châlet-; o por sus relaciones conyugales, como le pasó a Theano, la esposa de Pitágoras en la Antigüedad, o a Mileva Maric, esposa de Einstein; por seudónimos, como le sucedió a la bruja Agnesi, o bajo sus iniciales -A.A.L., siglas con las que Ada Byron firmaba sus trabajos-.
- ▶ También es común el que sus aportaciones hayan quedado diluidas en trabajos de otras personas como le sucedió a Grace Chisholm Young, que es difícil distinguir su aportación de la de su marido, o a Emmy Noether, que sus obras han quedado repartidas entre sus mentores/as y sus discípulos/as, lo que dificulta mucho la investigación del alcance de sus descubrimientos.
- ▶ Además, tras investigar en su biografía y en su obra, se ha observado que algunas de ellas trabajaban con un objetivo didáctico, motivadas por el deseo de compartir sus conocimientos e instruir en la ciencia matemática a cualquier persona.

Tras ellas se exponen una serie de artículos de ampliación sobre algunas de las mujeres matemáticas que aquí incluimos, las fuentes y la bibliografía que hemos utilizado así como enlaces que nos llevan a páginas web de interés sobre las mismas. Como puede verse, es abundante, por lo que puede permitirnos un trabajo de profundización o de investigación que podemos encargar a nuestros alumnos y alumnas.

Puesto que las ilustraciones elaboradas por Ángel García Gómez, que se anteponen al texto que dedicamos a alguna de nuestras matemáticas, están diseñadas en función de sus aportaciones, presentamos un anexo con las explicaciones pertinentes.

Esta guía es resultado de la identificación, estudio, evaluación, y análisis de la legislación sobre contenidos mínimos para ESO, Bachillerato y FP, de los libros de texto actuales, así como de las fuentes consultadas para elaborar los contenidos que se tratan en la misma.

Con ella, creemos, se podrá contribuir a la mejora del sistema educativo, integrando en los planes de estudio la presencia de mujeres relevantes en el área de las matemáticas; contribuiremos a hacerlas visibles y a que se vean reconocidas sus aportaciones al desarrollo de la sociedad. Asimismo, el alumnado y el profesorado podrán completar sus conocimientos.

Las autoras.

# Índice

Preámbulo

Presentación

Introducción

Índice

Dedicatoria

Las Matemáticas

Theano, (S. VI a.C)

Hipatia, (370 - 415)

Émilie de Châtelet. (1706-1749)

María Gaetana Agnesi, (1718-1799)

Sophie Germain. (1776-1831)

Mary Fairfax Somerville. (1780-1872)

Augusta Ada Byron King. (1815-1852)

Florence Nightingale. (1820-1910)

Sofía Vassilievna Kovalevski. (1850-1888)

Grace Chisholm Young. (1868-1944)

Mileva Maric. (1875–1948)

Amalie Emmy Noether. (1882-1935)

Grace Murray. (1908–1992)

Otras mujeres matemáticas

Lecturas complementarias

Bibliografía

Páginas web

Otras fuentes multimedia

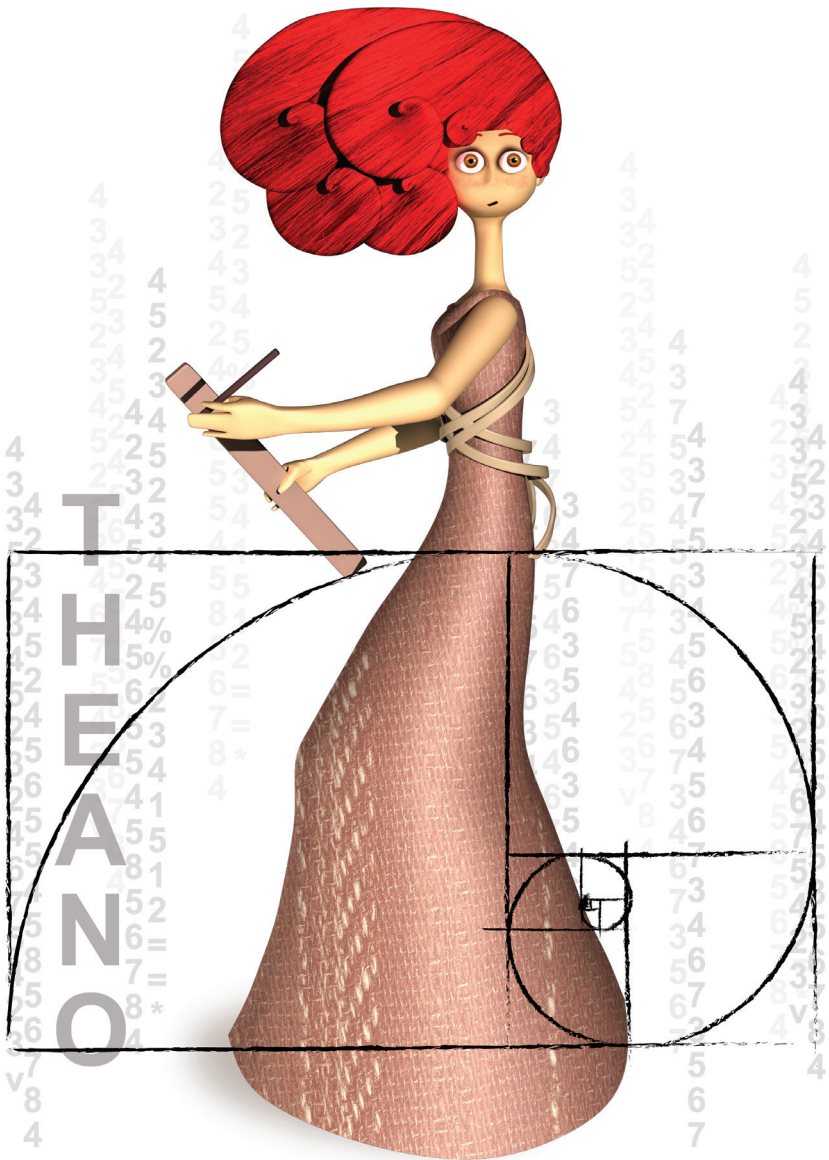
Anexo

*A nuestras madres y  
a todas las madres que se han desvelado  
por el acceso de sus hijas  
a la educación y a la cultura.*



# LAS MATEMÁTICAS





THEANO



## Theano, (S. VI a.C)

# El número como esencia del universo

Theano es una de las primeras mujeres matemáticas de las que históricamente se tienen datos. La situamos en la Antigua Grecia, en el siglo VI a.C. A pesar de su trascendencia, es una desconocida para nosotros, al haber sido más famosa la figura de su marido, el matemático Pitágoras. Alumna destacada de la Escuela Pitagórica, a su muerte seguirá al mando de esta, junto con sus hijas. Además de contribuir a la extensión de la doctrina de su esposo, fue autora de varios tratados de matemáticas, física y medicina. Su obra principal serán sus aportaciones sobre la proporción áurea.

## Su contexto

En la Antigua Grecia, al periodo comprendido entre el siglo VIII a. C y el siglo V a. C se le denomina Época Arcaica. Se inicia este periodo con la salida de la llamada Edad Oscura -caracterizada por la magia, las leyendas y los mitos-, con la búsqueda de respuestas basadas en la razón.

Pitágoras creó la escuela que llevará su nombre en el siglo VI a.C. Esta época, de expansión y contacto con otras culturas, llevó a la necesidad de unas explicaciones más racionales y lógicas que las que hasta entonces había proporcionado la mitología. Por ello, en la Escuela Pitagórica surgiría, como alternativa, el estudio de la filosofía, las matemáticas, la astronomía, la música y la medicina.

Pitágoras romperá con la tradición social establecida que dejaba a las mujeres fuera de cualquier actividad pública y cultural y permitirá que estas formen parte de su Escuela. Algunos historiadores creen que esto se debe a que fue, precisamente, una mujer, la que lo adoctrinó moralmente, una sacerdotisa délfica llamada Temistoclea. También puede ser que Pitágoras estuviese influenciado por culturas diferentes, que le proporcionaron otros puntos de vista, ya que viajó por Egipto y Babilonia y se cree que en estos pueblos las mujeres tenían cierta libertad.

“Dicearco dice que cuando Pitágoras vino a Italia y llegó a Crotona fue recibido como un hombre de notable poder y experiencia, debido a sus muchos viajes, y como un hombre bien dotado por la fortuna, en cuanto a sus rasgos personales. Tenía un aire libre y magnífico. Su voz, su carácter y todas sus demás cualidades poseían gracia y armonía en abundancia. Fue capaz, en consecuencia, de organizar la ciudad de Crotona de tal manera que, después de haber convencido con nobles discursos al Consejo de los Ancianos en el gobierno, a petición de estos, hizo también las adecuadas exhortaciones a los jóvenes, se dirigió después a los niños, traídos desde las escuelas, y por fin, a las mujeres, tras haber convocado también una reunión de las mismas.”  
(Kirk, Raven y Schofield, s/f:22)

Lo importante es que en la Escuela Pitagórica, mujeres y hombres tenían los mismos derechos, la propiedad era comunal y se compartían los cono-

cimientos. Las mujeres que pertenecieron a esta Escuela desafiaron el rol que la sociedad les había impuesto, logrando el acceso a lugares que solo tenían los hombres.

La Escuela se dedicó, entre otras cosas, al estudio de los números. Creían que todo podía ser formulado matemáticamente y que en el número residía el orden esencial. Se les atribuye el descubrimiento de los números irracionales, teorías sobre la proporcionalidad y diferentes estudios sobre polígonos y poliedros. Establecieron la demostración como método matemático deductivo y realizaron importantes estudios sobre astronomía y geometría.

Algunos filósofos posteriores mencionan la existencia de 17 mujeres pitagóricas, otros citan al menos a 28<sup>1</sup>. Entre ellas podemos destacar a Damo, Myia, Fintis, Melisa, Tymicha, Perictione (madre de Platón), Aesara de Lucania y Fintis. Es difícil conocer con exactitud a quién pertenecía cada obra o descubrimiento, ya que todo lo asumía la colectividad y se realizaba en nombre del maestro, pero las mujeres también formaban parte de ella y participaron activamente en las investigaciones y obras. Al ser mujeres que no respondían a la costumbre y roles de su época, los historiadores se han interesado más por su vida personal y lo adecuado o no de su comportamiento, que por sus aportaciones intelectuales.

Los descubrimientos pitagóricos eran guardados como grandes secretos dentro de la comunidad. Hay leyendas que narran las persecuciones que sufrieron los miembros de la Escuela, para que estos misterios científicos fuesen rebelados. Destaca la historia de una pitagórica, nacida en el siglo V a. C, llamada Tymicha. Ella y su marido Milias fueron llevados ante el tirano Dionisio I, el cual les interrogó y amenazó. Tymicha, antes de revelar los secretos, se cortó la lengua con los dientes y se la escupió al tirano<sup>2</sup>.

---

1 La Escuela llegó a contar con 300 personas. El número de mujeres que formaron parte de ella no es muy elevado, pero tiene la importancia de permitir el acercamiento de estas a un espacio reservado a los varones.

2 Esta era una de las maneras en las que las mujeres desafiaban a la autoridad.

## Biografía

Theano nace en Crotona. Es hija de un mecenas llamado Milón, el cual quería que su hija se instruyera. Cuando Pitágoras se establece en Crotona y funda la Escuela, Milón decide enviarla con él, para su formación. Pronto empezará a destacar como alumna más aventajada y, con el tiempo, llegará a convertirse en profesora.

Theano se casará con Pitágoras, con el que tendrá dos hijos -Telauges y Mnesarcus- y tres hijas -Arignote, Damo y Myia-. Se les educará también en la doctrina pitagórica con la convicción de que, al menos en el intelecto, hombres y mujeres eran iguales.

Pitágoras tenía plena confianza en las mujeres de su casa. Testimonios de la época cuentan que llegó a encomendar el cuidado de sus *Comentarios* a su hija Damo, pidiéndole que no se los revelase a nadie y ella así lo hizo, a pesar de poder venderlos por mucho dinero.

Aunque el carácter secreto y común de los conocimientos entre las y los pitagóricos hace difícil determinar a quién pertenecen las obras, los historiadores atribuyen a Theano varios escritos de matemáticas, física, medicina y un destacado tratado sobre el número de oro. También se le atribuyen, junto a sus hijas, algunos tratados sobre moralidad, castidad, y virtudes como la prudencia, la justicia y la templanza. Además, tuvieron fama de ser importantes curanderas.

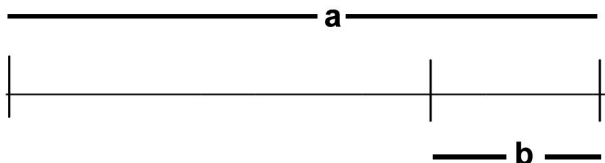
La Comunidad Pitagórica tuvo mucho poder en Crotona y esto originó la rebelión de la población en su contra. Algunas personas que formaban parte de la Escuela perderán su vida, entre ellas Pitágoras, otras intentarán huir. Theano, con la Escuela destruida y sus miembros exiliados, conseguirá ponerse al frente como su directora y, con la ayuda de sus hijos e hijas, continuará difundiendo los conocimientos pitagóricos por Grecia y Egipto.

# Aportaciones

## Número Áureo

Entre las obras que los historiadores atribuyen a Theano, destacan sus aportaciones sobre el número áureo o de oro. Este número es una de las soluciones de la ecuación de segundo grado que resulta de hacer una proporción entre segmentos denominada proporción áurea por su belleza geométrica. El número de oro es un número irracional (decimal, infinito, no periódico) que se obtiene al establecer una proporción entre segmentos con las siguientes características:

Sean **a** y **b** segmentos



tales que:  $a / b = b / a - b$

O dicho de otra manera... *el todo es a la parte como la parte es a lo que queda* (Figueiras, 1998)

Por lo que:

$$a(a-b) = b^2 > a^2 - ab = b^2 > a^2 - ab - b^2 = 0$$

Tomando **a** como incógnita y **b** como un valor cualquiera o coeficiente, reconoceremos la fórmula característica de la ecuación de segundo grado, por lo que:

$$a = \frac{b \pm \sqrt{b^2 + 4b^2}}{2} = \frac{b \pm \sqrt{5b^2}}{2} = \frac{b + b\sqrt{5}}{2} = \frac{b(1+\sqrt{5})}{2}$$

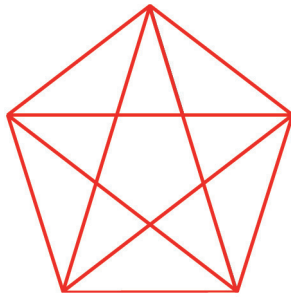
Como el cociente ha de ser positivo por ser un cociente entre longitudes, tendremos que tomar el valor positivo. Es decir:

$$\frac{a}{b} = \frac{1 + \sqrt{5}}{2} = 1,618$$

Los pitagóricos desarrollaron esta proporción con el estudio de algunos polígonos regulares tales como el pentágono regular y el decágono regular, así como con uno de los llamados poliedros platónicos, el icosaedro.

### Estrella pentagonal pitagórica

El polígono estrellado de cinco puntas que se obtiene trazando las diagonales de un pentágono regular se conoció como estrella pentagonal pitagórica y fue el símbolo secreto de los pitagóricos.

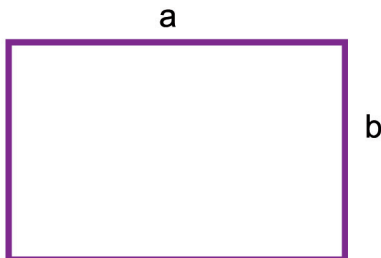


El número de oro se obtiene al dividir la longitud de cualquiera de las diagonales, entre la longitud de uno de los lados. El resultado será siempre 1,618

### Rectángulo de Oro

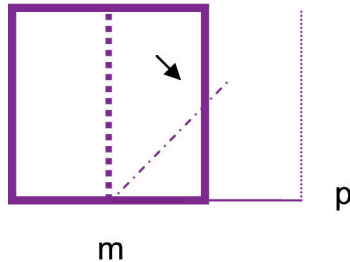
La proporción áurea, que ya había aparecido en algunas construcciones egipcias también fue muy apreciada en el Renacimiento, donde se la denominó *Divina Proporción*, utilizándose tanto en arquitectura como en el desarrollo armonioso de la figura humana (Hombre de Vitrubio de Leonardo da Vinci, o el David de Miguel Ángel)

Un rectángulo de proporción áurea será aquel en el que, si dividimos el lado mayor entre el menor, obtenemos nuevamente 1,618...



$$\frac{a}{b} = 1,618$$

Para su construcción partimos de un cuadrado. Desde el punto medio de la base del cuadrado (m) trazamos una circunferencia cuyo radio es lo que mide el lado del cuadrado. Obtenemos un punto, fuera de la base del cuadrado (p) que nos indicará la perpendicular que trazaremos para conseguir, el rectángulo de proporción áurea.



Theano, al igual que el resto de la Escuela, creía en el número como esencia del Universo. En la búsqueda de la armonía y de la perfección, este número será utilizado en numerosas obras de arte posteriores. Así, Fidias, famoso escultor griego, utilizará el rectángulo de proporción áurea en la fachada del Partenón y en diferentes medidas del edificio.

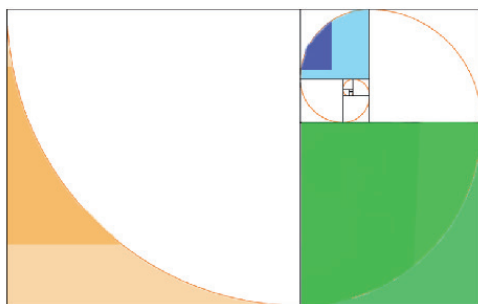
Esta divina proporción aparece también en el cuerpo humano, en el que todas las partes guardan relación con la proporción áurea. Así, la relación entre la altura total de una persona y la altura entre el ombligo y el suelo están en proporción áurea. O la distancia entre el nacimiento del pelo y el mentón y la distancia entre el nacimiento del pelo y los labios.

Los conocimientos de la Escuela Pitagórica han llegado hasta nuestros días gracias a la labor de difusión de Theano. Además de colaborar con su marido Pitágoras en las investigaciones de este, Theano destacó por su sabiduría y participó activamente escribiendo varios tratados, destacando su formulación de la proporción áurea. Esta proporción, se considera la medida de los ideales de perfección y belleza griegos que hoy en día siguen utilizándose. Theano es el símbolo más antiguo de que las matemáticas también pueden ser femeninas.



## Propuestas de ejercicios para el alumnado

- 1.- Se necesitará un metro para realizar este ejercicio que se desarrollará por parejas. Las dos personas se medirán mutuamente, primero su altura total y luego la distancia del ombligo al suelo. Se apuntarán los resultados para calcular, mediante la división de las dos longitudes, cuál es su proporción. Siguiendo los ideales de belleza griegos, el alumno o alumna que más se aproxime al número de oro (1,618) será el/la más armonioso/a. (Los resultados obtenidos se situarán entre 1,5 y 1,7).
- 2.- Intentaremos trazar la espiral, con la utilización de rectángulos áureos. Si a un rectángulo áureo, le quitamos el cuadrado, nos queda otro rectángulo más pequeño, que continúa siendo áureo. Si realizamos esta operación varias veces, podremos trazar una espiral con facilidad.



- 3.- En la actualidad, la divina proporción sigue utilizándose en construcciones, esculturas y en diferentes obras de arte. También la encontramos en objetos y en la naturaleza. Por ejemplo en las tarjetas de crédito o en los caracoles de mar. Haz una lista de los diferentes objetos y elementos de la naturaleza en los que podemos observar esta proporción.





**Hipatia,**  
(370–415)

## La defensa del racionalismo científico

Nace en Alejandría en el siglo IV. Hija de Teón, director del Museo de Alejandría, destacará por sus conocimientos en matemáticas, astronomía y filosofía, que enseñará a los ciudadanos de la aristocracia. Su defensa del racionalismo científico griego, su condición de mujer y sus convicciones paganas, la colocarán en una situación peligrosa, en un contexto de graves conflictos políticos y religiosos. Entre sus obras destaca su *Comentario sobre la Aritmética de Diofanto*, *Comentario sobre la geometría de las cónicas de Apolonio*, *Elementos de Geometría de Euclides*, *Canon de Astronomía* y la creación de un hidroscoPIO y de un astrolabio plano.

## Su contexto

Hipatia nace en Alejandría en el siglo IV<sup>1</sup> de nuestra era. Esta ciudad, fundada por Alejandro Magno en el año 332 a.C., se convirtió en centro de la cultura griega, ofreciendo así a Hipatia la oportunidad de formarse en matemáticas, astronomía y filosofía.

Alejandro Magno había sido alumno de Aristóteles, le apasionaba la ciencia y soñaba con hacer de Alejandría la ciudad más próspera de Egipto, convirtiéndola en centro cultural e intelectual. Alejandría tenía una situación geográfica privilegiada. Construida en la desembocadura del Nilo y abierta al mar, se convertirá en el punto principal de intercambio comercial y cultural de Egipto.

El sucesor de Alejandro Magno, Ptolomeo, continuará su idea y construirá dos de los edificios claves en Alejandría: el faro, considerado una de las siete maravillas del mundo antiguo, y el “Museo o Templo de las Musas”, que será el símbolo de la institución científica más importante del período helenístico y que albergará la famosa Biblioteca de Alejandría.

En el año 30 a.C. los romanos entran en Egipto con Octavio<sup>2</sup> al mando. Alejandría seguirá siendo la capital de la provincia romana de Egipto donde confluirán egipcios, griegos, orientales, romanos y judíos. La cultura griega era admirada por los romanos, por lo que la conquista no supuso su pérdida, sino su continuidad y la expansión de la llamada cultura grecorromana. Los emperadores romanos, herederos así de la cultura helénica, permitieron en un principio, y adoptarán incluso, el culto pagano y pluriteísta de los griegos, protagonizando persecuciones contra cristianos y judíos, defensores de la creencia en un dios único.

Tras numerosos conflictos entre las religiones, el Edicto de Milán en el año 313 permitirá la libertad de todas las opciones religiosas en el Imperio Romano. Esto supuso la expansión del cristianismo de manera paulatina; se

---

1 La situamos en el período helenístico griego, que comprende desde el año 323 a.C., hasta el 476 d.C. Este período, que se inicia con la muerte de Alejandro Magno, será la época de transición de la cultura de la Grecia Clásica hacia el poder del Imperio Romano y termina en el 476, fin del Imperio de Occidente.

2 Será posteriormente conocido como el emperador César Augusto.

construyeron templos, se concedieron privilegios y los emperadores romanos se empezaron a convertir al cristianismo proclamándolo única religión del Imperio. La decadencia del paganismo y el ascenso del cristianismo como religión oficial provocaron nuevos y violentos conflictos. A su vez, el Imperio Romano estaba ya dividido entre Oriente y Occidente, empezando su decadencia.

Mientras tanto, Hipatia, pagana, científica, matemática, sabia, soltera y mujer, enseñaba sus conocimientos y pensamientos basados en la racionalidad y en las observaciones, desenvolviéndose con soltura en todos los espacios públicos.

## Biografía

No se conoce con exactitud la fecha del nacimiento de Hipatia. Algunas referencias la sitúan en el año 355 y otras en el 370.

De la madre de Hipatia no se tienen datos, sin embargo, el padre fue un conocido astrónomo y matemático llamado Teón. Cuando nació su hija se ocupó de su educación y, gracias a su mentalidad abierta, para la época, permitió que Hipatia recibiese formación en filosofía, matemáticas y astronomía. Hipatia creció en un ambiente intelectual y político muy fructífero y pronto empezó a destacar, llegando incluso a superar a su padre y a algunos de los filósofos de su época.

Teón trabajaba en el Museo como director de la Biblioteca. En esta institución, se dedicaban a la investigación y a la enseñanza. Contaba con un observatorio, un zoológico, salas de disección y jardines botánicos. Profesores de diversas disciplinas transmitían sus conocimientos y compartían investigaciones. La Biblioteca recogía en papiros todo el saber de la cultura griega, llegando a albergar unos 700.000 libros. Incluso los reyes y reinas de Alejandría recibían instrucción de los sabios del Museo.

Dice la leyenda que Teón quería que su hija fuese “un ser humano perfecto”, que destacase por su inteligencia y por su belleza. Teón compartió sus conocimientos con su hija y trabajaron juntos en diferentes obras. Tras recibir instrucción en el Museo, Hipatia viajó a Roma y Atenas para seguir

completando y enriqueciendo su formación. A su regreso, impartió clases de filosofía, matemáticas, astronomía, lógica y mecánica a miembros la aristocracia de Alejandría, sin distinción de religiones. Se le atribuyó incluso la tarea de enseñar las doctrinas de Platón y Aristóteles, convirtiéndose en maestra neoplatónica, seguidora de Plotino.

Sócrates Escolástico, historiador cristiano del siglo V, así lo relataba:

“Había una mujer en Alejandría llamada Hipatia, hija del filósofo Teón, que tuvo tales logros en literatura y ciencia como para sobrepasar a todos los filósofos de su tiempo. Siguiendo la escuela de Platón y Plotino, ella explicaba los principios de la filosofía a sus oyentes, algunos de los cuales venían de lejos para oír sus lecciones.” (Martínez, 2009:69)

Hipatia fue admirada por su elocuencia e inteligencia. Se atrevió a entrar en un mundo de hombres: hablaba en público a magistrados, estudiosos y a todo aquel o aquella que quisiera escucharla. Defensora de la racionalidad científica, es autora de frases como estas (Nomdedeu, 2000:115):

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

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

“Enseñar supersticiones como si fueran verdades es una cosa horrible.”

Hipatia llegó a tener gran influencia en Alejandría. Sus alumnos, pertenecientes en su mayoría a la aristocracia de la ciudad, llegaron a tener importantes cargos públicos. Uno de ellos fue Sinesio de Cirene, rico aristócrata, que fue nombrado obispo de Ptolemaida y que se ha convertido en una de las fuentes más importantes, a través de sus escritos, de la vida y obra de la filósofa.

Fue amiga y consejera de otro de sus alumnos: Orestes, que llegó a convertirse en prefecto del Imperio Romano de Oriente.

Vivió en un periodo de confusión y fanatismo. El Imperio Romano se había convertido al cristianismo y la ciencia y el estudio de la naturaleza, utilizando la razón, empezaban a parecer peligrosos.

En el año 412, Cirilo fue nombrado obispo y patriarca de Alejandría. Se caracterizó por su lucha por el poder y por su feroz persecución contra judíos, paganos y herejes<sup>3</sup>. Orestes en cambio, defendía el orden antiguo del imperio grecorromano y pronto surgieron disputas entre ellos. Acusaron a Hipatia de ejercer una mala influencia sobre Orestes, de ser bruja y hereje. Hipatia no se convirtió al cristianismo y en el año 415 fue asesinada por un grupo de fanáticos cristianos. Sócrates el Escolástico, narra así los hechos:

“Todos los hombres la reverenciaban y admiraban por la singular modestia de su mente. Por lo cual había gran rencor y envidia en su contra, y porque conversaba a menudo con Orestes, y se contaba entre sus familiares, la gente la acusó de ser la causa de que Orestes y el obispo no se habían hecho amigos. Para decirlo en pocas palabras, algunos atolondrados, impetuosos y violentos cuyo capitán y guía era Pedro, un lector de esa iglesia, vieron a esa mujer cuando regresaba a su casa desde algún lado, la arrancaron de su carruaje; la arrastraron a la iglesia llamada Cesárea; la dejaron totalmente desnuda; le tasajearon la piel y las carnes con caracoles afilados, hasta que el aliento dejó su cuerpo; descuartizan su cuerpo; llevan los pedazos a un lugar llamado Cinaron y los queman hasta convertirlos en cenizas.” (Alic, 1985:62)

Se desconoce si fue Cirilo quien directamente ordenó este asesinato. También existen opiniones encontradas sobre si los motivos fueron políticos, religiosos, o ambos. Y a ellos debemos unir un tercer motivo: el hecho de ser mujer. Una mujer que desafiaba a las autoridades políticas y religiosas, una mujer que decidió seguir sus convicciones y se atrevió a pensar.

Hoy en día, la biografía de Hipatia nos resulta muy familiar debido, sobre todo, a que en el año 2009, Alejandro Amenábar lleva al cine un largometraje titulado *Ágora*, que nos relata la vida de Hipatia. Han surgido numerosas críticas y polémicas sobre esta película.

---

3 Cirilo será nombrado doctor de la Iglesia por el Papa León XIII. Este título se otorga a los santos por su valentía en la defensa de la verdad católica.

## Aportaciones

La mayoría de su obra se ha perdido debido a la destrucción de la Biblioteca de Alejandría y lo que sabemos de ella es por la correspondencia que mantenía con algunos de sus alumnos, en especial, Sinesio de Cirene, y por medio de otros autores.

Muchas de las obras de Hipatia son textos para sus alumnos, con la finalidad de facilitarles el estudio de las matemáticas. Estos textos están destinados a la enseñanza y, a su vez, han permitido la conservación de los descubrimientos más importantes de matemáticos anteriores.

Hipatia fue la principal colaboradora en los trabajos de su padre en astronomía y matemáticas. Teón dejará constancia de ello en su obra: *Sistemas matemáticos de Ptolomeo*, precisando en el *Libro Tercero*: “Edición controlada por la filósofa Hipatia, mi hija”. Esta obra fue el trabajo más importante hasta las aportaciones de Copérnico. Los árabes la denominaron *Almagesto* (gran libro). Diversas fuentes creen que Hipatia no solo colabora con su padre en la simplificación y corrección de la obra de Ptolomeo, sino que fue realizado de manera conjunta por los dos. Se cree también que formaba parte de esta obra el *Canon Astronómico*, que Hipatia había elaborado, consistente en unas tablas en las que se presentan valores matemáticos para los movimientos de los astros.

También es posible que Hipatia colaborara con su padre en la mejora y revisión de los *Elementos* de Euclides. La edición de esa obra todavía sigue utilizándose hoy en día.

### Comentario a *Las Cónicas de Apolonio*

Apolonio fue uno de los geómetras más importantes del helenismo. Perteneció al siglo III a.C. Estudió en Alejandría y su gran obra es *Las Cónicas*. Las secciones cónicas son las circunferencias, elipses, parábolas e hipérbolas que aparecen cuando cortamos un cono con un plano. Las diferentes figuras que se obtienen dependerán del ángulo con el cual el plano corta el cono. Hipatia se dedicó al estudio de estas curvas, ya que tenía gran curiosidad por ellas, y escribió un tratado sobre la geometría de las cónicas de Apolonio. El estudio de las cónicas se descuidó después de su muerte y no será reconocida su importancia hasta el siglo XVII.



Hoy en día, las cónicas son importantísimas, ya que nos sirven para describir las órbitas de los planetas, los senderos de los cometas, o el movimiento de los cohetes, entre otras cosas.

### Comentario a *La Aritmética de Diofanto*.

De la misma manera que a Diofanto se le conoce como el padre del álgebra, a Hipatia se la debería conocer como la *madre del álgebra*, por sus aportaciones a los trabajos de Diofanto.

Trabajó en ecuaciones diofánticas, ecuaciones algebraicas con múltiples soluciones enteras y “en ecuaciones de segundo grado que pueden generar tres tipos de soluciones; dos raíces reales, una raíz real, o bien dos raíces imaginarias distintas.” (Martínez, 2009:34). En su obra se exponen problemas que llevan a ecuaciones con más de una solución, o ecuaciones diofánticas, en las que aparecen varias variables y sus soluciones solo pueden ser números enteros. (Por ejemplo, cómo podemos cambiar un euro en monedas de cinco o diez céntimos).

La importancia de estas aportaciones tiene que ver mucho con la importancia del álgebra en el desarrollo de las matemáticas, ya que si la aritmética nos sirve para calcular soluciones particulares, el álgebra nos permite generalizar. En la época de Hipatia no se conocía el álgebra y cualquier problema se resolvía por procedimientos aritméticos, es decir, mediante sumas, restas, multiplicaciones, divisiones o cálculo de raíces. Así por ejemplo, en el teorema de Pitágoras, la aritmética solo puede dar casos particulares de esta relación (por ejemplo, 3, 4 y 5, ya que  $3^2 + 4^2 = 5^2$ ). El álgebra, por el contrario, puede dar una generalización que cumple las condiciones del teorema:  $a^2 + b^2 = c^2$ .

En la obra de Diofanto, Hipatia incluyó nuevos problemas y distintas soluciones. La obra original estaría compuesta por trece libros de los cuales se conservan seis en griego y cuatro traducidos al árabe. Hipatia realizó aportaciones a los seis primeros libros.

### Inventos

A través de la correspondencia con su alumno Sinesio, ha quedado constancia del diseño de algunos instrumentos científicos que Hipatia realizó:

- un hidrómetro, para determinar el peso de los líquidos,

- un hidroscoPIO, para medir el nivel del agua,
- un astrolabio plano, que se usaba para medir la posición de las estrellas, los planetas y el sol.

Hipatia rompe con la idea de mujer subordinada al hombre. Apasionada de las ciencias y las matemáticas, defendió hasta la muerte todo aquello en lo que pensaba, por encima de las presiones sociales. Se atrevió a pensar de manera diferente y luchó por sus ideas frente a la hegemonía masculina política y religiosa de su época.

# Propuestas de ejercicios para el alumnado

## 1.- Actividades geométricas<sup>4</sup>

- a) Dibuja una circunferencia de 15 cm. de radio en una cartulina. Recorta el círculo resultante y proyecta su sombra en un plano. Observa la sombra que obtienes al colocar la cartulina en distintas posiciones con respecto del sol.
- b) Sujeta una hoja de papel a una mesa. Clava dos chinchetas separadas una de otra por 10 cm. Coge un hilo de 15 cm y átalos a los extremos. Manteniendo el cordón tenso con la punta de un lápiz dibuja la curva que te permite trazar la tensión del cordón.
- c) Recorre tu ciudad y busca parábolas. Anota en un plano los lugares donde puedan encontrarse. Verás que aparecen en muchos sitios: en el chorro de algunas fuentes, en los arcos de algunas puertas, en los ábsides de algunas iglesias, en antenas parabólicas, en algunos faros de coches...

## 2.- Problemas de ecuaciones diofánticas

Hay muchos tipos de problemas y ecuaciones diofánticas. Su estudio es de niveles superiores, pero algunos son sencillos de resolver mediante ingenio y sistematización, fundamentales en la resolución de problemas.

- a) Te proponemos que realices la ecuación que aparece en la tumba de Diofanto:

“Transeúnte, esta es la tumba de Diofanto: es él quien con esta sorprendente distribución te dice el número de años que vivió. Su niñez ocupó la sexta parte de su vida; después, durante la doceava parte su mejilla se cubrió con el primer bozo. Pasó aún una séptima parte de su vida antes de tomar esposa y, cinco años después, tuvo un precioso niño que, una vez alcanzada la mitad de la edad de su padre,

---

4 Estas actividades y otras similares están recogidas en la página: <http://www1.unex.es/eweb/tcorco/>

pereció de una muerte desgraciada. Su padre tuvo que sobrevivirle, llorándole, durante cuatro años. De todo esto se deduce su edad.”

$$x / 6 + x / 12 + x / 7 + 5 + x / 2 = x$$

x es la edad que vivió Diofanto.

- b) Un instituto tiene un presupuesto de 12.000 euros para comprar 15 ordenadores portátiles. En la casa de ordenadores autorizada hay ordenadores blancos y negros de distintos modelos que, aunque con distintas prestaciones y distintos precios, se adaptan a las necesidades del instituto. Los ordenadores blancos son más baratos, pero no hay tantos como necesita el instituto, ya que en algunos casos no hay más que uno, por lo que deberán comprar también negros. Los negros cuestan 30 euros más caros que los blancos y, por lo tanto, comprarán el número mínimo posible de negros. ¿Cuántos ordenadores deberán comprar de cada color?

### 3.- Ejercicios para fomentar la discusión científica y el pensamiento crítico.

- a) Dada la siguiente ecuación:  $ax + by = c$ , ¿cuál será la condición necesaria y suficiente que debe cumplir el máximo común divisor de a y b para que la ecuación tenga solución entera?
- b) ¿Por qué crees que la importancia de las secciones cónicas no se reconoció hasta el siglo XVII?



**Gabrielle Émilie de Breteuil,  
marquesa de Châtelet**  
(1706-1749)

## La luz de las matemáticas

Émilie le Tonnelier de Breteuil, marquesa de Châtelet, dedicó su vida al estudio de las obras de los grandes científicos del momento. Su posición social le permitió desarrollar su inteligencia y su conocimiento matemático, llegando a realizar la traducción al francés de los *Principia Mathematica* de Newton. Su obra permitió el conocimiento del considerado mayor trabajo científico de la época en Francia, cuando los científicos franceses se resistían a sus ideas. Formó pareja con Voltaire, al que influyó intelectualmente, contagiándole su pasión por las ciencias.

## Su contexto

En la sociedad francesa del siglo XVIII, las mujeres de las clases populares trabajaban la tierra o eran sirvientas y no tenían ningún tipo de acceso a la educación y al conocimiento. Tampoco tenían ese acceso las mujeres de las clases acomodadas de las que se esperaba que, sobre todo, fuesen bellas. A pesar de ello, algunas damas de buena condición social empiezan a dedicarse al estudio científico, ya que poseían el suficiente tiempo libre para ello. Aun así, Émilie de Breteuil, pese a destacar por su inteligencia, no vio su trabajo reconocido.

La familia de Émilie ostentaba una buena posición económica y se preocupó por su educación en igualdad con sus hermanos varones. Se relacionó con los personajes más importantes del mundo de la ciencia, como Voltaire, lo que supuso una influencia muy positiva en ella.

## Biografía

Gabrielle Émilie nace en París el 17 de diciembre de 1706, en una familia aristócrata de buena posición. Su madre se llamaba Gabrielle-Anne de Froulay y su padre Louis-Nicolas le Tonnelier de Breteuil, barón de Preuilly, jefe de protocolo de la corte de Luis XIV.

El aspecto físico de Émilie preocupó a su padre desde que era muy pequeña. Era muy alta y grande para su edad y el gran tamaño de sus pies y manos hacían pensar al barón que su hija nunca se casaría.

“Mi hija menor es una extraña criatura destinada a ser la menos atractiva de las mujeres. Si no fuera por la pobre opinión que tengo de varios obispos, la prepararía para una vida religiosa y la dejaría esconderse en un convento. Es tan alta como una niña del doble de su edad, tiene una fuerza prodigiosa, como la de un leñador, y es increíblemente torpe. Sus pies son inmensos, pero uno los olvida en el momento en que ve sus enormes manos” (Alic, 2005:166).

Quizás fuera este el motivo por el que Louis-Nicolas Le Tonnelier decide darle a Émilie, al igual que al resto de sus hijos varones, la mejor educa-

ción posible. El barón de Preuilly recibía en su salón parisino a destacados científicos y matemáticos. Desde los seis o siete años, Émilie, al no poder asistir al colegio como sus hermanos, recibió una selecta educación rodeada de un entorno intelectual, frecuente en su casa. Estudió latín y griego, alemán, inglés, matemáticas y física y también se interesó por la música.

Era una persona muy inteligente y cuando comenzó a hacerse mayor, y para sorpresa de su padre, desarrolló una gran belleza. Se convirtió en una mujer culta, segura de sí misma y con las ideas claras. Se casó con 19 años con el marqués Florent–Claude de Châtelet-Lomont, el cual tenía 30 años, era un rico coronel y permanecía casi todo el tiempo lejos de casa. No tenían nada en común, pero a Émilie no le importaba, ya que tenía más tiempo libre que si hubiese permanecido soltera. Llevará una vida cómoda, propia de la alta sociedad parisina. Tendrá una hija durante el primer año de matrimonio llamada Gabrielle Pauline, después su hijo Florence Louis. Sin descuidarlos, los dejará en manos de institutrices para poder seguir dedicándose a lo que realmente le apasionaba: sus estudios.

Émilie, gracias a su posición, pudo rodearse de los mejores y más influyentes pensadores del siglo XVIII. Se disfrazó de varón para poder entrar en los cafés de moda en París y reunirse con los científicos más famosos de su época.

En 1733 conoció a Voltaire, al que se unió intelectual y sentimentalmente. Tenían los mismos intereses y ella encontró en él un compañero de discusión y una persona que la admiraba y la respetaba.

Voltaire, a causa de sus escritos, era perseguido por la policía secreta, por lo que tuvieron que exiliarse, refugiándose juntos en el castillo de Cirey, propiedad del marido de Émilie. Allí estudiaron y trabajaron juntos. Crearon una biblioteca y convirtieron la mansión en uno de los principales salones franceses de discusión científica, donde se formará el llamado grupo de Cirey, liderado por el matemático Pierre Luis Maupertius. Allí Émilie impartió clases a los científicos de la época.

En 1748 Émilie conoce al marqués de Saint–Lambert, del que se enamora y queda embarazada con 42 años. Estaba trabajando en la traducción de los *Principia* de Newton y su temor a no sobrevivir al parto y a no finalizar la obra la llevó a trabajar sin descanso durante su embarazo. Tanto es así,

que circulaba el rumor de que su hija nació en el despacho, mientras ella escribía. Ocho días después de dar a luz, cuando todo parecía estar bien, Émilie muere repentinamente. Su hija recién nacida falleció también unos días después.

La aportación principal de Émilie al mundo de las matemáticas, fue la traducción del latín al francés de los *Principia Mathematica* de Newton, con comentarios que facilitaban su estudio y comprensión. Pese a los elogios de Voltaire hacia su pareja y las cartas de esta, es Voltaire quien hoy en día sigue recibiendo reconocimientos por esta aportación. Madame de Châtelet, escribirá lo siguiente al rey Federico de Prusia:

“Juzgadme por mis propios méritos, o por la falta de ellos, pero no me consideréis como un mero apéndice de este gran general o de aquel renombrado estudioso, de tal estrella que relumbra en la corte de Francia o de tal autor famoso. Soy yo misma una persona completa, responsable solo ante mí por todo cuanto soy, todo cuanto digo, todo cuanto hago. Puede ser que haya metafísicos y filósofos cuyo saber sea mayor que el mío, aunque no los he conocido. Sin embargo, ellos también son más que débiles seres humanos, y tienen sus defectos; así que, cuando sumo el total de mis gracias, confieso que no soy inferior a nadie.” (Alic, 2005:175).

## Aportaciones

La marquesa de Chatelet, fue la persona que impulsó la obra de Newton en Francia con su traducción de los *Principia* del latín al francés. En Francia, se estudiaba a Descartes, siendo pocos los científicos que leían a Newton.

Publicó varios ensayos como: *Ensayo de óptica* (1736) y *Disertaciones sobre la naturaleza y propagación del fuego* (1737).

*Disertaciones sobre la naturaleza y propagación del fuego* surgió a raíz de un concurso de la Academia de Ciencias, ya que la materia del fuego era discutida por aquel entonces. Tanto Voltaire como Émilie deciden participar y empiezan a realizar experimentos llegando a conclusiones diferentes. Finalmente ganó el concurso Leonhard Euler y dos personas más, pero



debido a las interesantes aportaciones y a la fama que la pareja estaba adquiriendo, publicaron los ensayos de Émilie y Voltaire junto con los de los ganadores.

Escribió el *Discurso sobre la felicidad*, una obra que es el reflejo mismo de la personalidad de Émilie: segura de sí misma, defensora de los grandes placeres de la vida y tachada de libertina por sus contemporáneos. En su obra defiende todo aquello que produce sentimientos agradables, ya que cuantos más se tienen, más felices podemos ser. Así, por ejemplo, defendió el derecho al estudio de las mujeres.

Para facilitar el estudio a su hijo de doce años, escribió un libro llamado *Las instituciones de la física*, en el año 1740. En esta obra, trabaja sobre el cálculo infinitesimal y la física de Leibniz, que compagina con la física de Newton, y se incluyen conceptos como el de energía cinética. Émilie pidió al maestro de matemáticas Koenig que le revisase, en Cirey, los capítulos dedicados a la metafísica de Leibniz y Koenig volverá a París apropiándose de su trabajo. Aunque la Marquesa de Châtelet reivindicó la autoría, no se le reconocerá esta hasta después de su muerte.

Estudió a Descartes y a Leibniz y contribuyó a la revolución científica en Francia con las ideas de Newton, conocidas hasta el momento por pocos científicos franceses. En su salón se reunían habitualmente los científicos Moreau de Maupertuis y Alexis Claude Clairault, defensores de la idea de Newton de que la tierra es achatada por los polos y no una esfera como defendía Descartes. Los dos científicos protagonizaron una expedición a Laponia para medir un meridiano y así demostrar su teoría. El paso intelectual de Descartes a Newton no hubiese sido posible en Francia sin la traducción de los *Principia* realizados por Émilie en 1745. A esta traducción añadió un comentario algebraico. La traducción se publicó en dos partes, en 1756 y en 1759.

Newton fue el primero en utilizar el cálculo para aplicarlo a la física. En sus *Principia Mathematica* resolvió el problema del movimiento planetario mediante los métodos del cálculo. Los *Principia* constan de tres libros. Constituía una obra de cierta dificultad y para entenderla había que poseer avanzados conocimientos de geometría. En el libro primero se enuncian las tres leyes fundamentales de la dinámica, en el segundo se trabaja el cálculo diferencial y los fluidos y el tercero se dedica a la Ley de gravitación universal.

Tanto Leibniz como Newton desarrollaron las leyes de diferenciación e integración, segundas derivadas y derivadas de orden superior. Con estos matemáticos, las integrales y las derivadas pasaron a constituir instrumentos esenciales dentro del cálculo. Expusieron también el “Teorema fundamental del cálculo”, que nos explica que la derivación y la integración son operaciones inversas. Émilie era una experta en el cálculo diferencial y en derivadas, una herramienta de cálculo fundamental en diversos estudios, siendo utilizada en física, química, biología o economía.

“Si hubiera que mencionar una sola cosa para la que la derivada sea útil, habría que decir que gracias a ella se puede medir la velocidad, la rapidez con la que se producen cambios de situaciones; sean situaciones físicas, sociales, económicas...” (Corcobado, 1989).

## Propuesta de ejercicios para el alumnado

- 1.- ¿Sabrías qué diferencia existe entre la llamada tasa de variación media y la tasa de variación instantánea? ¿Sabrías poner algún ejemplo?
- 2.- En un centro juvenil se quiere invertir dinero en fondos de inversiones que desarrollen proyectos de comercio justo en África. La banca ética emite un fondo que genera una rentabilidad que depende de la cantidad de dinero invertida, según la fórmula:  $r(x) = -0,002x^2 + 0,8x - 5$  donde  $r(x)$  representa la rentabilidad generada cuando se invierte la cantidad  $x$ . Determina, teniendo en cuenta que el dinero máximo del que disponen los jóvenes de ese centro es de 500 euros:
  - a) ¿Cuánto dinero deben invertir para obtener la máxima rentabilidad posible?
  - b) ¿Cuál será el valor de dicha rentabilidad?
- 3.- Realiza una pequeña investigación sobre los *Principia* de Newton que Émilie tradujo al francés y contesta verdadero o falso a las siguientes afirmaciones:
  - La ley de gravitación universal nos dice que cuanto más masa tengan dos cuerpos y más cercanos se encuentren, con mayor fuerza se atraen.
  - El teorema fundamental explica que el cálculo diferencial y el cálculo integral son la misma operación.
  - Newton se basa en la obra de Galileo y Kepler para desarrollar las leyes de movimiento.
  - La edición original de la única traducción al francés realizada hasta nuestros días contiene un prefacio de Voltaire que dice así: *“Esta traducción, que los más sabios hombres de Francia deberían haber hecho y los demás tienen que estudiar, una mujer la emprendió y la concluyó para asombro y gloria de su país”*.



**María Gaetana Agnesi,**  
(1718-1799)

## La sencillez en las matemáticas

María Gaetana Agnesi fue una destacada matemática, lingüista y filósofa. Creció en un ambiente burgués en contacto con intelectuales de la época que acudían a reuniones de salón en su casa. Presionada por su padre para continuar sus estudios, no pudo llevar la vida religiosa que ella deseaba. Fue reconocida por la sencillez y claridad con la que escribió *Instituciones Analíticas*, un compendio de matemáticas que fue utilizado muchos años como libro de texto en toda Europa. Destacó, además, por su análisis detallado y didáctico de la curva sinusoidal versa, conocida por ello como curva de Agnesi.

## Su contexto

Ya desde el siglo XVII, Italia constituye una excepción dentro de Europa, en cuanto al acceso de las mujeres a la educación, ya que aceptó muy pronto la incorporación de estas a sus Academias y Universidades. No se ridiculizaba a las mujeres que tuvieran inquietudes por el estudio y se valoraba positivamente a la mujer culta e instruida. Aunque esto no significaba que obtuvieran el mismo reconocimiento por sus trabajos que sus compañeros, sí que propició un espacio más favorable para el desarrollo profesional de numerosas mujeres científicas, entre las que figuran María Gaetana Agnesi (1718-1799); Elena Cornaro Piscopia (1646-1684), catedrática de matemáticas en la Universidad de Padua en 1678; María Ángela Ardinghelli, matemática y física, que tradujo al italiano el texto de biofísica de Stephen Hole; Diamante Medaglia (1724-1770), que escribió una disertación sobre la importancia de las matemáticas para las mujeres o Laura Bassi (1711-1778), profesora de la Universidad de Bolonia, que publicó muchos trabajos de física cartesiana y newtoniana.

## Biografía

María Gaetana Agnesi nació en Milán en 1718. Fue la mayor de veintinueve hermanos, fruto de los tres matrimonios de su padre, Pietro Agnesi, un hombre culto que había hecho fortuna gracias al comercio de la seda.

Pietro Agnesi quiso para todos sus hijos e hijas una notable formación académica. El acceso a la cultura, el saber y el estudio estaban restringidos en aquel momento al clero, a la burguesía, a la nobleza y a la gente acomodada, como el padre de Gaetana. Gracias a esto, desde niña Gaetana formó parte de una élite privilegiada de la sociedad en general y de las mujeres de la época en particular, recibiendo formación en distintas áreas.

Pronto destacó por sus habilidades lingüísticas y científicas. Se dice que a muy corta edad hablaba de forma fluida 7 lenguas (italiano, francés, alemán, español, latín, griego y hebreo), por lo que fue conocida como "*el oráculo de los siete idiomas*". Estas dotes para el estudio la llevaron a ser el centro de las reuniones de intelectuales. El señor Agnesi, orgulloso de su hija, lograba congregar en el salón de la vivienda familiar a todo tipo de

estudiosos, para que escucharan a María Gaetana disertar sobre filosofía, matemáticas o ciencias.

A los nueve años aprovechó una de estas reuniones para reivindicar, a través de un discurso en latín, el derecho de las mujeres a acceder a la educación, aunque no se sabe si esta defensa la construyó ella misma, o había sido fruto de la traducción de un texto ya escrito.

Desde niña manifestó su deseo de ser monja. Fue tímida y retraída y le disgustaba la exposición pública, casi circense, a la que su padre la sometía.

Solo consiguió abandonar las reuniones de salón cuando su padre consideró que la labor de cuidado de la familia era más importante que los círculos sociales. Llegaron a un acuerdo por el cual Gaetana seguiría estudiando, a cambio de que su padre le permitiera asistir a la iglesia siempre que quisiera y vestir de forma sencilla. Continuó su formación con el apoyo de Ramiro Rampinelli, profesor de la Universidad de Padua, que la instruyó en geometría analítica y en literatura.

Publicó diversas obras de gran calado en la comunidad matemática de la época. La más importante ha sido *Instituciones Analíticas*, que logró el reconocimiento de los matemáticos de la época y fue traducida a varios idiomas. Por culpa de una de estas traducciones, la realizada por el profesor de la Universidad de Cambridge, John Colson, se conoce la curva sinusoidal versa, estudio que contiene esta obra, como la curva de la bruja de Agnesi. Este matemático quedó tan impresionado por la obra de Agnesi, que decidió aprender italiano para traducirla y difundirla entre los estudiantes ingleses. La curva sinusoidal versa fue llamada *versiera* por Guido Grandi, destacado matemático y filósofo, debido a la forma en la que se origina, ya que *versiera* proviene del latín, que significa virar, girar. Con la evolución del italiano llegó a decirse *avversiera*, muy similar a *avversiere*, que significa bruja. Así, cuando Colson estudió la aportación de Agnesi sobre este trabajo, lo tradujo de forma inexacta y le dio el nombre de la curva de la bruja de Agnesi.

La Comisión de la Academia de Ciencias de París escribió un informe sobre *Instituciones Analíticas* en el que destacaba de ella “su claridad y el arte con el que reunía, bajo métodos uniformes, las distintas conclusiones dispersas en las obras de los geómetras y a las que habían llegado por

métodos enteramente diferentes” (Figueiras, 1998). Pese a este reconocimiento, la Comisión rechazó el ingreso de Agnesi como miembro de la Academia, por ser mujer.

María Gaetana dedicó esta obra a María Teresa de Austria, emperatriz de Alemania y reina de Hungría, por ser mujer e ilustrada. Como prueba de su agradecimiento, la emperatriz hizo llegar a María Gaetana una caja de cristal adornada con diamantes y un anillo.

El Papa Benedicto XIV, en 1749, le otorgó una medalla de oro y una corona adornada por piedras preciosas, así como un puesto público en la Universidad de Bolonia, el cual rechazó María Gaetana. Fue elegida, sin embargo, miembro de la Academia de Ciencias de Bolonia.

Se conservan 25 volúmenes de su trabajo en la Biblioteca Ambrosiana de Milán.

A los treinta y cuatro años fallecía su padre y desaparecía la presión ejercida por este para que desarrollara trabajos matemáticos. En ese momento pudo cumplir con su deseo de dedicarse a cuidar a mujeres enfermas y a la meditación. Renunció por completo al mundo de las matemáticas, del cual declaró que ya no le interesaba, pese a que durante un tiempo encontró en el álgebra y la geometría “el único espacio donde reinaba la paz”.

Murió a los 81 años.

## Aportaciones

Durante sus primeros años de estudio, escribió dos obras donde, con su estilo claro y sencillo, ahondaba en distintas ramas de la ciencia. En la primera de ellas escribió un comentario crítico en el que analizaba la regla de L'Hôpital, creada por Bernoulli y posteriormente comprada por el primero para denominarla con su nombre. La aplicación de esta regla permite resolver algunas indeterminaciones en el cálculo del límite de funciones derivables. Esta obra de Gaetana nunca fue publicada, pero circuló privadamente entre los intelectuales de la época.

En la segunda de sus obras, a través de 190 ensayos, explica diversos temas como la teoría de Newton de la gravitación universal, mecánica celeste, elasticidad, lógica o filosofía, de forma comprensible para todas las personas.

A los treinta años publica su obra más importante: *Instituciones Analíticas*. Comenzó a escribir, a sugerencia de Rampinelli, un libro sobre cálculo diferencial, pero pronto lo concibió como un auténtico libro de texto que le permitiera transmitir a sus hermanos y hermanas su conocimiento sobre matemáticas.

El mayor logro de esta obra fue el método didáctico con el cual Agnesi expone sus conocimientos matemáticos, utilizando un lenguaje comprensible, ejercicios prácticos y problemas sencillos. En definitiva, hizo uso de métodos originales que permitieron sintetizar el álgebra y la geometría contemporánea, así como el cálculo diferencial e integral, materias que se estaban construyendo en aquella época.

Fue traducida a varios idiomas. Cincuenta años después de su publicación seguía siendo el libro matemático más completo que existía.

La Academia de París, escribió lo siguiente sobre *Instituciones Analíticas*:

“Esta obra se caracteriza por una organización cuidada, claridad y precisión. No existe ningún libro, en ninguna otra lengua, que permita al lector penetrar tan profundamente y también tan rápidamente en los conceptos fundamentales del Análisis. Consideramos este Tratado como la obra más completa y la mejor escrita en su género” (Figueiras, 1998).

Fue publicada en dos tomos: el primero trataba del análisis de cantidades finitas, álgebra y geometría cartesiana. El segundo se ocupaba del cálculo diferencial. Incluía muchos ejemplos y problemas, métodos originales y generalizaciones. Uno de estos volúmenes contiene el análisis de la curva sinusoidal versa, conocida como la curva de la bruja de Agnesi.

Si bien la creación de esta curva no se puede atribuir a María Gaetana, sí que ha contribuido a su análisis detallado y su explicación didáctica. En los últimos años se ha determinado que esta curva es una aproximación



de la distribución del espectro de la energía de los rayos X y de los rayos ópticos. También puede aplicarse a la descripción física de los fenómenos de resonancia de los rayos ópticos. Por último, en Estadística, la Distribución de Cauchy de una variable aleatoria se expresa también a través de la curva de Agnesi.

## Propuestas de ejercicios para el alumnado

### 1.- Genera la curva de Agnesi:

- Dibuja una circunferencia tangente al eje de abscisas en el origen  $O$ .
- Dibuja una recta  $r$ , paralela al eje  $x$  y tangente a la circunferencia en el punto diametralmente opuesto al origen  $O$ .
- Elige un punto  $B$  de la circunferencia.
- Traza una recta desde  $O$  que pase por el punto  $B$  y corte a  $r$  en  $A$ .
- Calcula el punto  $C$  con la ordenada de  $B$  y la abscisa de  $A$ .
- Imagina que la recta  $OA$  gira con centro en  $O$ . El punto  $C$  describirá una curva. Esa es la curva de Agnesi

### 2.- Determina la ecuación de un lugar geométrico:

El trazado del carril bici de una ciudad, recorre una curva descrita sobre la colina de un pequeño cerro que, al proyectarse sobre un plano, tiene las siguientes características:

- Es asintótica al eje  $X$ , a la derecha y a la izquierda, por tanto, solo la representaremos alrededor del origen.
- Alcanza su valor máximo al cruzar el eje  $Y$ , es decir, el punto  $Oa$  está en la curva y es su valor máximo.
- Está determinada por un único parámetro  $a$ .

### 3.- Determina la ecuación del lugar geométrico cuando $a = 10$ . Para ello, puedes seguir los siguientes pasos:

1. Trazar una circunferencia, con centro en el punto  $(0, a/2)$  y radio  $r = a$ .
2. Desde el origen de coordenadas, traza rectas que corten a la circunferencia en  $B$  y a la recta  $r$  en  $A$ .
3. El punto genérico  $P$  de la curva será aquel en que se crucen las rectas  $BP$  (horizontal) y  $AP$  (vertical).
4. Ten en cuenta la semejanza de triángulos para hallar la ecuación pedida.

### 4.- Problemas de optimización: máximos y mínimos.

Discute con tus compañeros y compañeras cómo construir cajas y envases minimizando la cantidad de material empleado, por ejemplo si se hacen cajas cilíndricas, cómo ha de ser la altura de la caja con respecto del diámetro de la base para obtener menos área.



## Sophie Germain, (1776-1831)

### Matemáticas para olvidar una guerra

Sophie Germain fue una destacada matemática, de finales del siglo XVIII, que introdujo grandes aportaciones a la Teoría de los Números y a la Teoría de la Elasticidad. Contra el deseo de su familia, estudió matemáticas de manera autodidacta para evadirse de los tiempos de lucha en los que le tocó vivir. Fue la primera mujer en conseguir un premio de la Academia Francesa de las Ciencias.

## Su contexto:

Sophie Germain fue testigo de los acontecimientos vividos en Francia a finales del siglo SXVIII y principios del XIX. La Revolución Francesa (1789-1799) y el posterior ascenso al poder de Napoleón supusieron para Francia un tiempo de cambio, agitación social y de campañas bélicas, que marcaron la vida de Sophie.

La Revolución política, económica y social, que estaba viviendo Francia en ese momento, y el interés de su familia por la política, marcaron la vida de Sophie desde su nacimiento. Para evadirse de las revueltas en las calles, Sophie se refugió en la biblioteca de su padre, devorando todos los libros que caían en sus manos.

París era considerado en aquel momento, el centro europeo de la ciencia y las matemáticas. Se impulsó el desarrollo de trabajos científicos y matemáticos, aunque las mujeres continuarán excluidas de las escuelas especializadas, de las universidades, de los foros de discusión científica o de las Instituciones.

En esa época existían libros de ciencias escritos específicamente para mujeres, utilizando un lenguaje sencillo y en forma de novela. Sophie rechaza esta literatura por considerarla cursi e insultante a la inteligencia de sus lectoras.

En este entorno convulso y poco favorable, fueron muchas las científicas que lucharon por formarse fuera de las Instituciones, contribuyendo así al avance de la Ciencia.

## Biografía

Sophie Germain nació en París en 1776, en el seno de una familia adinerada, liberal y burguesa.

Estudió la *Historia de las matemáticas* de Jean-Baptiste Montucla, donde se cuenta la leyenda de Arquímedes, asesinado en Siracusa por soldados romanos mientras trataba de resolver un problema de geometría. (Se dice

que estaba tan absorto que no escuchó la orden de un soldado que se dirigía a él).

Sophie probó a estudiar geometría para olvidar la guerra, y lo hizo con tal dedicación que su familia temió que enfermara. Su madre ordenó sin éxito quitarle la luz, las ropas y la calefacción, para que no estudiara por las noches.

Con el paso del tiempo permitieron, no sin recelo, que continuara estudiando.

Cuando Sophie tenía diecinueve años se fundó la Escuela Politécnica de París, vetada desde su origen a las mujeres. Consiguió apuntes por medio de alumnos de la Escuela, en concreto de la clase de Análisis de Lagrange, destacado matemático y astrónomo. A final del curso Sophie presentó, bajo el nombre de un ex alumno llamado Antoine-Auguste Le Blanc, un trabajo de fin de carrera que dejó impresionado al propio Lagrange. Tanto es así, que decidió ir a conocer personalmente a su alumno, descubriendo la verdadera identidad de Sophie. La animó a seguir estudiando, ya que tenía un nivel de conocimientos absolutamente extraordinario para una mujer de su tiempo.

Con el apoyo de Lagrange y de Gauss, considerado el más grande matemático desde la antigüedad, comienza a estudiar la Teoría de los Números, rama de las matemáticas puras que estudia las propiedades de los números enteros.

Con Gauss consigue entablar relación por carta, bajo el pseudónimo de Le Blanc. A él le hace llegar uno de sus mayores logros como matemática, una hipótesis sobre la teoría de Fermat<sup>1</sup> que ha conseguido permanecer hasta nuestros días.

En 1804, tras la conquista de Prusia por Napoleón, Sophie, temiendo por la vida de Gauss y recordando la leyenda de Arquímedes, envió a casa del matemático a un general amigo de la familia para garantizar su seguridad.

---

1 La teoría de Fermat establece que la ecuación  $x^n + y^n = z^n$  no admite solución entera para valores de  $n$  mayores de 2.

Fue así como su maestro supo que Le Blanc era en realidad Sophie Germain y pronto le envió una carta en la que decía lo siguiente:

“El placer por las ciencias abstractas y por el misterio de los números es extraño, ya que la maravilla de esta ciencia solo se manifiesta a los que tienen el coraje de profundizar en ella. Pero una mujer, a causa de su sexo y nuestras costumbres y prejuicios, encuentra infinitamente más obstáculos y dificultades que un hombre para familiarizarse con los problemas de la Matemática. Sus investigaciones indican que posee una valentía notable, talento extraordinario y un genio superior. Admiro la facilidad con la que profundiza en todas las ramas de la aritmética y la sagacidad con la que ha sabido generalizar y profundizar”. (Figueiras, 1998).

El correo entre ambos no continuó de manera regular. Gauss solo se interesaba por los estudios de Sophie cuando estos estaban relacionados con sus propias investigaciones.

Desde 1809 comenzó a trabajar en el campo de la física matemática, en concreto, sobre la elasticidad de las superficies.

En 1816 recibió un premio de la Academia de las Ciencias por su memoria sobre las vibraciones de las superficies elásticas, convirtiéndose en la primera mujer en conseguirlo.

Escribió también sobre filosofía, química, historia y geografía.

Fue la primera mujer, no esposa de académico, que pudo asistir a las sesiones de la Academia de la Ciencia. Recibió el título de doctor *honoris causa* de la Universidad de Göttingen, a propuesta de Gauss, meses después de su fallecimiento.

Murió a causa de un cáncer de mama. El funcionario encargado de hacer el certificado de defunción en el Registro, la clasificó como mujer soltera sin profesión.

La obra de Sophie ha trascendido hasta nuestros días a través de las referencias que algunos de sus compañeros han hecho en los márgenes de sus estudios.

La vida de Sophie y su desarrollo profesional han estado marcados, desde sus comienzos, por el aislamiento al que la comunidad científica la sometió. Sus contemporáneos no reconocieron su trabajo como hubiera merecido. Tuvo que trabajar en solitario y luchar contra múltiples obstáculos. Al no poder estudiar en la universidad, el esfuerzo realizado y las dificultades de aprendizaje fueron inmensos. Pudo dedicarse a la ciencia porque su padre era un hombre rico que pudo mantenerla económicamente durante toda su vida.

## Aportaciones

Sophie Germain ha destacado por sus grandes aportaciones a las matemáticas en dos áreas principales: aritmética superior, a través de la Teoría de los Números, y física matemática, con sus investigaciones sobre la Teoría de la Elasticidad.

Desde 1801 estudió aritmética superior, influida, en parte, por una obra publicada por K. Gauss en la que este diserta acerca del último teorema de Fermat, el cual establece que “es imposible descomponer un cubo en dos cubos, un bicuadrado en dos bicuadrados, y en general, una potencia cualquiera, aparte del cuadrado, en dos potencias del mismo exponente”.

Sophie investigó profundamente sobre este teorema encontrando la solución para determinados exponentes primos (conocidos como primos de Germain), pero no es hasta el año 1808 cuando consigue aportar uno de los mayores avances en la resolución del problema con su “Teorema de 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 por **5**.”

Este Teorema supuso un gran paso para la demostración del Teorema de Fermat para  $n=5$ . Demostró que para todo número primo  $n$  menor que **100**

no existe solución a la ecuación de Fermat, si ninguno de los números  $x$ ,  $y$  o  $z$  son divisibles por  $n$ .

Esta teoría ha sido mejorada a lo largo de los años, pero nunca sustituida.

En la obra de Legendre, *Recherches sur quelques objets d'analyse indéterminée et particulièrement sur le théorème de Fermat*, hay una nota a pie de página donde se cita la hipótesis de Sophie.

A partir de 1809, viendo que sus estudios sobre Teoría de Números no son suficientemente reconocidos y valorados por Gauss, Sophie empieza a interesarse por la matemática aplicada y comienza a estudiar física matemática, más concretamente la Teoría de la Elasticidad.

Ese mismo año, la Academia de la Ciencia de París convoca un concurso en el que busca "dar una teoría matemática que explique el comportamiento de las superficies elásticas y comprobarla con la experiencia".

Sophie presentó su primera propuesta en 1811, la cual fue rechazada por el jurado, al considerar que la ecuación principal de su presentación era errónea. Ella no desiste en su postura y presenta una segunda memoria con esta misma ecuación, que recibe una mención de honor por parte del jurado. Presentó una tercera memoria por la que, finalmente, recibió el premio.

Tuvo que autopublicar *Recherches sur la théorie des surfaces élastiques*, para evitar que otros científicos se atribuyeran el mérito de sus aportaciones.

La hipótesis de Germain sobre elasticidad de los cuerpos considera que la fuerza de la elasticidad es proporcional a la suma de las curvas principales. Definió la curvatura media como medida aritmética de las curvaturas principales.

Sophie contribuyó con su trabajo a la evolución de la teoría general de la elasticidad, que ha tenido aplicación en la construcción de estructuras tales como la Torre Eiffel. A pesar de ello, su nombre no figura entre los nombres de los científicos que ayudaron al estudio de este campo, y que están grabados en dicha torre.



## Propuestas de ejercicios para el alumnado

### 1.- Números primos de Sophie Germain.

Un número primo es un número de Sophie Germain si al multiplicarlo por 2 y sumarle 1 el resultado es también un número primo.

Ejemplo: El 2 es número primo de Sophie Germain por ser un número primo y cumplirse  $2 \times 2 + 1 = 5$  siendo 5 también número primo.

Encuentra los números primos de Germain menores de 100.

### 2.- Sobre la elasticidad de los cuerpos.

- ¿Qué significa que una superficie sea elástica?
- ¿Conoces alguna utilidad de las superficies elásticas?



**Mary Fairfax Somerville,**  
(1780-1872)

## La Reina de las Ciencias del siglo XIX

Mary Somerville fue astrónoma, matemática, geógrafa, escritora y científica autodidacta. A través de su obra, muy prolífica y multidisciplinar, contribuyó a difundir la ciencia en todos sus campos.

Destacó por el estilo sencillo, riguroso y didáctico con el que consiguió hacer de la ciencia algo asequible para todos. Sus libros fueron utilizados como libros de texto en Inglaterra hasta principios del siglo XX.

Luchó durante toda su vida por conseguir el derecho al sufragio y el acceso a la educación de las mujeres.

## Su contexto

La vida de Mary Somerville nos permite conocer la situación de la mujer científica en la Europa del siglo XIX, ya que vivió y desarrolló su obra, en tres países diferentes: Escocia, Inglaterra e Italia.

Durante su infancia, adolescencia y en la época en que empieza a interesarse por las matemáticas, Mary vive en Escocia. Sus comienzos en el trabajo científico coinciden con un momento de explosión de la ciencia. Una peculiaridad que se da en Escocia es la existencia de una mayor apertura que en otros lugares de Europa a la presencia de la mujer en actos sociales, conferencias y demostraciones científicas. Mientras que sus padres rechazaban su afición por las matemáticas, Mary contó con el apoyo de profesores y estudiosos de distintas Universidades escocesas, tanto en sus inicios como a lo largo de su vida.

Con su primer matrimonio, se traslada a vivir a Londres, a la Inglaterra de la Revolución Industrial. La ciencia está en auge, pero en Inglaterra el único espacio permitido a la mujer era la esfera doméstica, con lo que Mary vio cerradas las puertas de las instituciones, que no permitían el acceso a mujeres. Consiguió la difusión y el reconocimiento de su obra, a través de las reuniones de salón, donde conversaba con reconocidos científicos.

Al enfermar su marido, el matrimonio se traslada a vivir a Italia, donde las mujeres gozaban de mayor libertad y respeto dentro de la comunidad intelectual y de las instituciones, desde tiempo atrás.

## Biografía

Nació en Escocia en 1780. Pasó su infancia en contacto con la naturaleza, alejada de la ciudad. Hasta los diez años era prácticamente analfabeta. Su padre la envió a un internado a los trece años, al darse cuenta de que era una "joven salvaje", que no poseía ni la educación ni el refinamiento propio de una señorita. Allí le enseñaron a leer y escribir, obligándola a memorizar el diccionario.

En la adolescencia pasó una temporada en casa de su tío, el doctor Somerville, quien se convertiría en su suegro años después. Fue la primera persona que percibió la inquietud por aprender de Mary. Le leía historias de mujeres sabias de la antigüedad y le enseñó latín para que pudiera leer a Virgilio.

Poco a poco fue despertando en ella el interés por la ciencia, primero resolvía problemas matemáticos, incluidos como pasatiempos en las revistas femeninas, y escuchaba al profesor de su hermano mientras impartía lecciones en la misma sala donde ella estaba. En poco tiempo superó los conocimientos del docente, que no podía resolver las preguntas que Mary le planteaba. Para que continuara estudiando, este le facilitaba libros de ciencia.

Tuvo que luchar contra la oposición de su familia, que creía que el estudio de las matemáticas, del pensamiento abstracto, podía deteriorar la salud de la mujer.

Por orden de su padre asiste a clase de piano, danza y costura, mientras, por la noche, estudiaba ciencia a escondidas, pese a que su madre, al igual que le ocurrió a Sophie Germain, le quitaba la luz y la ropa para impedirlo.

Se casó con Samuel Greig, un hombre rudo que creía que las mujeres no debían estudiar. Enviudó tres años después, quedándose sola en Londres, alejada de la familia, con dos niños a su cargo, pero viviendo su propia vida. Aprovechó esta independencia para seguir estudiando matemáticas, con el apoyo de sus amigos más cercanos, que le facilitaban libros y estudios científicos.

A los pocos años se casa con su primo William, un médico culto e inteligente, que apoyará desde el principio a Mary en sus estudios. Como en aquel momento las mujeres tenían prohibido el acceso a centros de estudios superiores, William copiaba a mano todos aquellos documentos que le pudieran ser de utilidad a Mary y a los que él sí podía acceder. Compatibilizó su vida como científica con la de madre y esposa. Vivió junto a su marido en un ambiente culto, con frecuentes reuniones en su salón, a las que asistían los más destacados eruditos del momento. Mary gozó de prestigio y del reconocimiento de sus colegas, algo difícil para una mujer en aquel momento.

Fue nombrada miembro de la Real Sociedad de Astronomía, junto a la astrónoma Caroline Herschel, aunque no podía acudir a esta sociedad sin invitación previa. También fue reconocida en la Real Academia de Dublín, en la British Philosophical Institution y en la Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Ginebra.

La reina Victoria le otorgó una pensión de 200 libras anuales para que continuara con sus estudios.

Recibió cartas de reconocidos científicos internacionales, siempre remitidas a nombre de su marido, que querían conocer el parecer de Mary sobre sus estudios. Herschell, John Playfair, profesor de filosofía natural de Edimburgo, William Wallace, Charles Babbage, Lord Brougham o Ada Byron, de la que fue maestra, fueron parte de su círculo más cercano.

Los científicos de los sectores más conservadores trataron de criticar sus obras, buscando el descrédito a través de adjetivos estereotipados y tachando su obra de vanidosa y superficial.

La enfermedad de su marido obliga a la familia a trasladarse a un clima más adecuado y se instalan en Italia. Tras la muerte de William, a la que siguió la de su hijo, Mary sufre una depresión de la que logra salir gracias a su carácter fuerte y al apoyo de sus hijas. Siguió escribiendo y estudiando hasta su muerte, a los 92 años.

Durante toda su vida tuvo muy clara la existencia de la discriminación femenina, ya que afirmaba: "Un hombre siempre puede tener el control de su tiempo alegando que tiene negocios, a una mujer no se le permite tal excusa" (Alic, 1991). Se declaró partidaria de la educación para la mujer y de conseguir el voto femenino. Así, cuando J. Stuart Mills escribió el manifiesto que reivindicaba la participación política de las mujeres en la sociedad, fue una de las primeras en firmarlo.

Escribió en su vejez: "la edad no ha menguado mi celo por la emancipación de mi sexo frente al prejuicio irracional que prevalece demasiado en Gran Bretaña en contra de una educación literaria y científica para las mujeres" (Alic, 1991).

Obtuvo múltiples distinciones en este país por parte de la Academia Italiana de la Ciencia (1856) y de la Sociedad Italiana de Geografía (1870). Re-

cibió la Medalla de Oro Víctor Emanuel y la primera medalla de la Sociedad de Geografía de Florencia.

Lo excepcional, en el caso de Mary Somerville, es que consiguió en vida el aplauso de científicos de toda Europa, algo inusitado para la mayoría de las que contribuyeron a la divulgación de la ciencia. Fueron sus contemporáneos los que, al morir ella, le llamaron la Reina de las Ciencias del siglo XIX.

## Aportaciones

En 1827, Lord Henry Broughman, presidente de la Cámara de los Lores, anima a Mary a traducir la obra de Laplace "*La Mecánica Celeste*", que estudia el sistema solar utilizando las teorías de Newton.

Ella duda de su capacidad para hacer este trabajo y solo accede ante la insistencia de este y de su marido, con la condición de que si su trabajo no es lo suficientemente bueno, lo harían destruir.

Su aportación fue, más que una traducción, un compendio de desarrollo matemático y de ideas fundamentales de física, escritos de forma sencilla y comprensible, con explicaciones en las que utiliza sencillos dibujos. Se convirtió en imprescindible para entender la obra de Laplace.

El preámbulo incluye una síntesis de todas las matemáticas necesarias para entender la obra, con opiniones propias y explicaciones destinadas a la divulgación de ideas científicas para gente no experta.

Laplace, en su tratado de mecánica, establecía que los movimientos planetarios eran estables y las perturbaciones producidas en esos movimientos eran producidas por la influencia mutua de los planetas o por cuerpos externos.

Mary Somerville deduce, tan solo con razonamientos matemáticos, que debía haber un planeta más a añadir a la lista de los conocidos hasta entonces, que era el que causaba alteraciones en la órbita de Urano. Los datos aportados en este tratado posibilitaron la localización de Neptuno por John Adams.

En 1834 escribe *La conexión de las ciencias físicas*. Explicación científica del funcionamiento de las fuerzas que mueven el universo. Interpretó los fundamentales tratados matemáticos existentes, bajo un lenguaje sencillo sin perder el rigor científico que le caracterizaba.

Trabajó sobre los estudios de W. Chadni sobre las placas vibratorias, en los que también investigaba Sophie Germain, y dibujó sencillos diagramas explicativos de estos experimentos realizados.

En 1848 escribió *Physical Geography*, obra de la que se publicaron siete ediciones. Antes de que viera la luz, Mary quiso quemarla, algo que evitaron su marido y J. Herschel. Este libro explica los fenómenos naturales y las relaciones entre seres vivos. Fue duramente criticado por parte de la Iglesia y la clase política.

En 1865 publica uno de sus últimos libros, *Sobre la Ciencia molecular y microscópica*, donde profundiza en el mundo microscópico buscando explicar la composición de la materia, el fenómeno del calor y los movimientos vibratorios.

A los 89 años comienza a escribir su autobiografía, *Recuerdos personales*, donde rememora anécdotas de su vida, pero también expone su visión filosófica del mundo, su actitud ante el mundo de las ciencias y sobre el papel de la mujer en el ámbito científico.

## Propuestas de ejercicios para el alumnado

- 1.- Dada la importante aportación de Mary Somerville a la astronomía, investiga sobre la existencia de otras destacadas astrónomas, resaltando en cada una de ellas cuál ha sido su aportación concreta a dicha ciencia.
- 2.- Elabora un esquema general sobre el sistema solar determinando la ubicación de los planetas, la distancia de estos a la tierra y al sol y dibuja sus órbitas.







**Augusta Ada Byron King,**  
(1815-1852)

## La encantadora de números

Ada Byron nació en Londres en 1815. Hija del poeta Lord Byron y la aristócrata Anabella Milbanke. Fue una persona original, intuitiva y ambiciosa, que estudió matemáticas, geometría, álgebra y astronomía.

Se interesó en la máquina de diferencias de Charles Babbage y añadió unas 'Notas' para el ingenio analítico de Babbage a un informe publicado por Luigi Menabrea, con la intención de elaborar una máquina capaz de efectuar cálculos matemáticos generales: "la máquina analítica".

Ada falleció en Londres en 1852 y la significación del contenido de su obra no tuvo reconocimiento hasta un siglo más tarde, ya que firmó sus 'Notas' con sus iniciales, A.A.L. Fue la primera persona que elaboró un lenguaje de programación para las computadoras que, en la actualidad, lleva su nombre y se usa en entornos que requieren seguridad.

## Su contexto

Ada nació en el S. XIX en Gran Bretaña, en una familia reconocida y de poder adquisitivo elevado. Mientras la Revolución Industrial y el Liberalismo se extendían en aquella época, las mujeres con menores recursos económicos accedían a las fábricas y las aristócratas, como le sucedió a Ada, podían recibir una educación dentro del ámbito doméstico, pero continuaba vetado su acceso a las universidades y fraternidades. Gracias a contactos familiares, pudo relacionarse con eminencias matemáticas de aquel entonces y desarrollar su trabajo científico, aunque lo firmó bajo sus iniciales para ocultar que era una mujer.

## Biografía

Ada Byron, “la encantadora de números” como la conocen algunas personas en la actualidad, nació en Londres el 10 de diciembre de 1815, fruto del breve vínculo matrimonial entre el poco convencional poeta del romanticismo, Lord George Gordon Noel (Lord Byron) y la aristócrata Anabella Isabella Milbanke Byron, “la princesa de los paralelogramos” como la llamaba su marido.

Su matrimonio duró muy poco tiempo, ya que se separaron en 1816, a los dos meses de nacer Ada. Lord Byron se fue de Londres y nunca conoció a su hija, pero le escribió cartas, y le dedicó poemas<sup>1</sup>, durante su recorrido por Suiza, Italia y Grecia, donde murió, en 1824.

---

1 “Es tu rostro como el de mi madre, ¡mi hermosa niña!  
¡Ada! ¿Única hija de mi casa y corazón?  
Cuando vi por última vez tus azules ojos jóvenes, sonrieron,  
y después partimos, no como ahora lo hacemos,  
sino con una esperanza.  
Despertando con un nuevo comienzo,  
las aguas se elevan junto a mí; y en lo alto  
los vientos alzan sus voces: Me voy,  
¿a dónde? No lo sé; pero la hora llegará  
cuando las playas, cada vez más lejanas de Albion,  
dejen de afligir o alegrar mis ojos” (Pérez, s/f).

Podríamos decir que Ada fue una niña autodidacta, original, decidida, ambiciosa, imaginativa e intuitiva. Llegó incluso a idear un caballo volador, similar al proyecto de aeronave de William Hedson, que patentó en 1843.

Con 14 años, Ada ya había estudiado matemáticas, astronomía, latín y música y, a pesar de sufrir durante casi tres años de su vida una parálisis severa, no se desanimó a continuar con su carrera científica. Su madre, gracias a su alta posición social, le facilitó y le inculcó el interés por la ciencia, alejándola de esta manera del mundo de las letras, y le proporcionó estudios de geometría, álgebra y astronomía, junto a las y los tutores más reconocidos en aquella época, Lord Morgan (creador de las leyes de Morgan) y Mary Somerville (su mentora), quien la apoyó y le presentó a personas que más tarde se cruzarían en su vida, como su marido William King o el reconocido inventor Charles Babbage.

En 1833 Ada fue presentada en sociedad e inició su recorrido por los actos típicos de aquella época que se celebraban en los salones victorianos londinenses. Acudió con su madre a conocer la máquina de diferencias de Charles Babbage, quien desde 1828 ocupaba la cátedra Lucasiana de matemáticas de la Universidad de Cambridge.<sup>2</sup>

En 1834 Ada asistió a unas conferencias impartidas por Dionysus Lardner, en el Instituto de mecánica, sobre la máquina diferencial de Babbage. A partir de entonces se volcó en el estudio de las diferencias finitas, que eran la base matemática del invento diferencial.

Ada quería que Charles Babbage fuese su mentor, pero este estaba ocupado impartiendo conferencias con la finalidad de conseguir apoyo extranjero para la construcción de su ingenio analítico, una máquina capaz de efectuar cálculos matemáticos generales.

En 1835 Ada se casó con el octavo varón de King, once años mayor que ella. Ambos tuvieron dos hijos y una hija: Byron, Anna Isabella y Raiph Gordon. En 1838 su marido obtuvo el título nobiliario de conde de Lovelace. A partir de entonces, se conoce a Ada como Lady Lovelace. King supuso un apoyo fundamental para ella a lo largo de toda su vida.

---

<sup>2</sup> La misma que había ocupado Newton.

Se dice que la condesa de Lovelace tuvo otra hija con Sir David Brewster, el inventor del caleidoscopio. Se llamaba Scherezada Lovelace y fue la única que mantuvo las inquietudes y el interés por el saber científico, al igual que Ada, pero no obtuvo lo que esperaba, crear una máquina capaz de crear obras pictóricas.

En 1842 el ingeniero matemático italiano Federico Luigi, conde de Menabrea, realizó un informe<sup>3</sup> resumiendo los temas que había tratado Babbage en una conferencia impartida en Turín (Italia), sobre la máquina analítica. Ada lo tradujo al inglés con intención de difundirlo en Inglaterra, acordándolo con el editor científico Charles Wheatstone, pero sin comentarle a Babbage nada al respecto.

Cuando Babbage tuvo conocimiento de la traducción de ADA, le sugirió que introdujese en la memoria sus propios comentarios<sup>4</sup>. Para ello, la condesa de Lovelace se inspiró en el invento para telares mecánicos de 1801, de Joseph Marie Jacquard, y elaboró un informe tres veces mayor que el de Menabrea, llamado 'Notas', que publicó con sus iniciales A.A.L.

Las 'Notas' de Ada contenían un lenguaje de programación con la finalidad de aplicarlo a la máquina analítica y poder solucionar así los errores cometidos por Babbage. El diseño de la máquina analítica tal y como proponía Lovelace era complicado en aquella época, ya que se trataba de un invento muy adelantado para aquel entonces. Fue el precedente histórico de los ordenadores actuales.

---

3 Este informe se publicó en el número 82 de la revista *Bibliothèque Universelle de Genève* (Berrón, 2007:9).

4 Babbage, en su biografía, dice literalmente: "Un tiempo después de la aparición de su memoria (de Menabrea) sobre el tema en la *"Bibliothèque Universelle de Genève"*, la difunta Condesa de Lovelace me informó que la había traducido. Le pregunté por qué no había escrito un trabajo original sobre un tema que conocía tan profundamente. A esto, Lady Lovelace contestó que no se le había ocurrido la idea. Sugerí entonces que añadiera unas notas a la memoria de Menabrea, idea que fue adoptada de inmediato. Discutimos juntos las diferentes ilustraciones que se podrían introducir; yo sugerí varias, pero la selección fue enteramente suya. También lo fue la solución algebraica de los diferentes problemas, a excepción de los que se referían a los números de Bernoulli, que yo había ofrecido hacer para ahorrarle el trabajo a Lady Lovelace. Me los volvió a enviar para su corrección, pues había detectado un error grave que yo había cometido en el proceso. Las notas de la condesa de Lovelace son unas tres veces más largas que la memoria original. Su autora ha entrado de lleno en casi todas las abstractas y muy difíciles cuestiones relacionadas con el tema. Estas dos memorias en su conjunto proporcionan, a aquellos que son capaces de entender el razonamiento, una demostración completa de que la totalidad de los desarrollos y operaciones del análisis son ahora posibles de ejecutar por medio de máquinas" (Salmerón, 2008).

Cuando Ada finalizó sus 'Notas', comenzó a investigar el mundo de las carreras de caballos y, como medio para conseguir el dinero que necesitaban, elaboró teorías probabilísticas que ella y Babbage intentaron aplicar a las apuestas, sin éxito alguno, ya que les llevó a la ruina.

En su 34 cumpleaños, en 1850, Ada recibió una carta muy afectuosa de Mary Somerville, en la que se dirige a ella como la maga de los números.

La condesa de Lovelace murió en Londres el 27 de noviembre de 1852, y su cuerpo fue enterrado junto al de su padre, en Inglaterra<sup>5</sup>. Curiosamente, ambos fallecieron a los 36 años. Scherezada, la hija de Ada, también murió a la misma edad que su madre y su abuelo.

## Aportaciones

Solo se conserva una parte de su obra, algunas notas y cuadernos, debido a que muchos de sus escritos fueron destruidos por su madre.

Su ensayo 'Notas', publicado en 1843, anticipó el desarrollo del software informático actual y descubrió el concepto de bucle o subrutina, instrumento de programación básico en los actuales ordenadores, que permite efectuar repeticiones de un conjunto de instrucciones.

En sus siete notas, Ada distinguía lo que era la máquina diferencial (artilugio con capacidad de resolver polinomios de segundo grado) de la máquina analítica (capaz de hacer operaciones repetitivas del cálculo matemático, al incorporar procesos y elementos de programación elementales). Ada analizó y describió el mecanismo de la máquina analítica, una verdadera calculadora, que viene a ser el antecedente de las modernas computadoras, ya que contaba con secuencia de entrada, unidad de proceso, memorización y salida de datos y se programaba con tarjetas perforadas (como las del telar de Jacquard).

---

<sup>5</sup> Concretamente, en la iglesia de Santa María Magdalena en Hucknall, Jorkard Nottinghamshire.

Otra de sus notas, estaba dedicada a la mecánica de programación de la máquina analítica. Elaboró un programa para el Ingenio Analítico que calculaba los números de Jacob Bernoulli, y analizaba las órdenes que se le daban, así como su correcta aplicación.

Ada escribió (Nomdedeu, 2000:76): “Resulta muy adecuado decir que el ingenio analítico teje pautas algebraicas, al igual que el telar de Jacquard teje flores y hojas”.

Y, como explica Nomdedeu (2000:76), “para ilustrarlo preparó un programa con el que el ingenio analítico podía calcular los números de Bernoulli”.

Los números de Bernoulli vienen definidos por  $B_n$  dentro del desarrollo polinómico siguiente:

$$\frac{z}{e^z - 1} = \frac{1}{\sum_{1 \leq n \leq \infty} \frac{z^{n-1}}{n!}}$$

Se desprende, dando valores a  $z$  y  $n$  y, tras ciertas sustituciones, que:

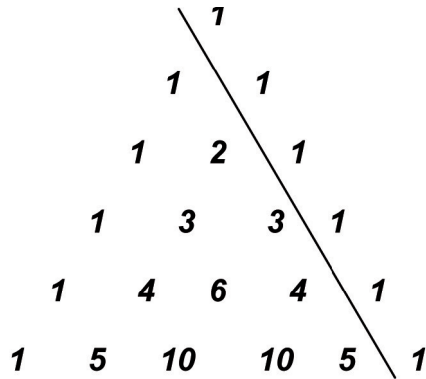
$$1 = 1B_0$$

$$0 = 1B_0 + 2B_1$$

$$0 = 1B_0 + 3B_1 + 3B_2$$

$$0 = 1B_0 + 4B_1 + 6B_2 + 4B_3$$

$$0 = B_0 + 5B_1 + 10B_2 + 10B_3 + 10B_4$$



cuyos coeficientes recuerdan al triángulo aritmético y cuyas filas oblicuas son sucesiones en diferencias finitas, que las máquinas de Babbage podían tratar mecánicamente, siempre que se les proporcionaran las órdenes oportunas en un programa adecuado. Ada añadió a las posibilidades que esta máquina ofrecía la herramienta de los subprogramas, con los que solo un paquete de instrucciones es suficiente para que la máquina repita una determinada secuencia de órdenes cada vez que se le requiera desde el programa principal.

Si prescindimos de los 1 del lado derecho del triángulo, obtenemos los coeficientes de cada una de las ecuaciones del sistema que hay que resolver para hallar los números de Jacob Bernoulli”.

El diseño de la máquina analítica se basaba en la idea de reutilizar las tarjetas encargadas de un procedimiento cada vez que fuese necesario dentro un mismo programa. Era un diseño distinto, complicado y muy avanzado para la ingeniería del siglo XIX. Podía sumar, restar multiplicar y dividir directamente y, según los planos, se debía programar con tarjetas perforadas:

“La máquina analítica no tiene ninguna pretensión de *originar nada*. Puede hacer cualquier cosa que *sepamos ordenarle cómo hacer*. Puede *seguir* el análisis; pero no tiene capacidad de *anticipar* cualquier relación o verdad analítica. Es de su incumbencia ayudarnos a hacer



*disponible* lo que ya conocemos. Está calculada para hacer esto primordialmente y sobre todo, está claro, por medio de sus facultades ejecutivas; pero es posible que ejerza una influencia *indirecta* en la ciencia misma de otra manera. Porque, al distribuir y combinar las verdades y las fórmulas del análisis de manera tal que sean lo más fácil y rápidamente disponibles a las combinaciones mecánicas de la máquina, las relaciones y la naturaleza de varios temas en esa ciencia reciben necesariamente una nueva luz, y se investigan más profundamente” (Nomdedeu, 2000:188).

Alan M. Turing, en 1937, y Von Neuman, en 1946, trabajaron en el desarrollo de los ordenadores tal y como los conocemos en la actualidad, utilizando para ello el trabajo de Ada.

Ada fue mundialmente reconocida porque el Departamento de Defensa de EEUU otorgó su nombre a un lenguaje de programación diseñado por Jean Ichbiah, para reducir errores habituales y difíciles de detectar.

En la actualidad, el lenguaje de programación ADA (Software de Ada) se usa en entornos donde la seguridad es imprescindible, como la aeronáutica, la gestión del tráfico aéreo o la industria aeroespacial. Existen dos estándares del mismo, ADA 83 y ADA 95. El lenguaje de programación ADA, fue presentado oficialmente el 14 de mayo de 1979.

En 1991 se construyó la máquina diferencial y funcionaba a la perfección, lo que demuestra que los diseños de Babbage también habrían sido posibles.

Ada también colaboró en la redacción de dos notas para un libro que publicó su marido William King, en 1848, y en el Libro *“Vestiges of the natural history of creation”* de John Crosse.

En una de las cartas que Ada escribió a Babbage, le propuso la descripción matemática de un juego, “solitario”, a partir de la numeración de las piezas y la descripción de cada posible movimiento.

Además, elaboró una teoría de las probabilidades con intención de aplicarla a las apuestas que ella y Babbage hacían en las carreras de caballos. Se trataba de elaborar una máquina capaz de predecir los resultados, pero no triunfó.

Por último, cabe destacar que son numerosos los reconocimientos que existen en la actualidad a su labor científica, como Medallas de la Sociedad Informática Británica y premios que otorgan numerosas asociaciones, relacionados tanto con el reconocimiento de la mujer en el campo de la computación, como los relacionados con el lenguaje de programación ADA.

A continuación se muestra un esquema sobre su principal creación: *La máquina analítica*:

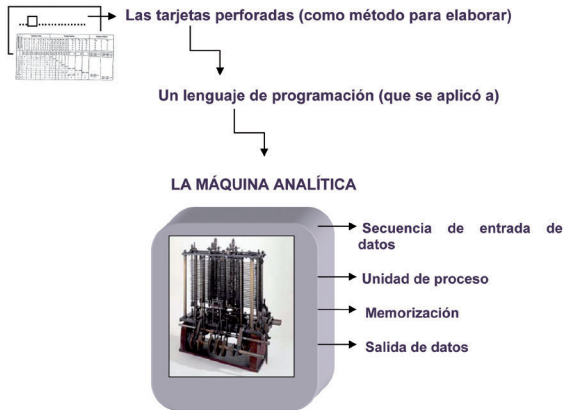


Imagen de "Prototipo de la Máquina Analítica de Babbage, diseñada y construida de 1834 hasta 1871" (Extraída de Berrón, 2007:11).

La significación del contenido de las 'Notas' de Ada no tuvo reconocimiento hasta un siglo más tarde. Fue la primera persona que escribió un lenguaje de programación para las computadoras, pero su identidad estuvo oculta durante muchos años, hasta que Menabrea, se interesó por saber su nombre. Su autoría estuvo relegada a un segundo plano, se la conocía como la expositora e intérprete de las ideas de Babbage y firmó sus trabajos con sus iniciales "A.A.L.", por miedo a ser censurada por ser mujer. Otro ejemplo de esta discriminación social, sería su infructuoso intento de acceder a la Biblioteca de la Real Sociedad de Londres (Royal Society) de la que era miembro su marido: las mujeres estaban excluidas y no podían formar parte de la misma.

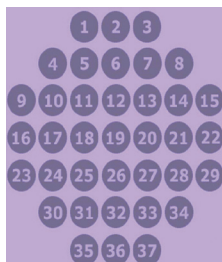
## Propuestas de ejercicios para el alumnado

### 1.- El juego de Ada.

En una de las cartas que Ada escribió a Charles Babbage le decía lo siguiente:

“Acabo de descubrir el siguiente juego, o puzzle, llamado Solitario. Consta de un tablero octagonal como el del dibujo, con 37 casillas en la posición que he dibujado, y 37 fichas colocadas en las casillas. Debe quitarse una ficha para poder comenzar, y entonces se salta y se come una ficha. Por ejemplo, si la ficha 19, la del centro, es la que quitamos en el primer momento, entonces la ficha 6 puede saltar sobre la ficha 12 y colocarse en la casilla vacía 19, y la ficha 12 se retira del tablero. Las fichas solo se pueden mover saltando sobre otras, y siempre en ángulo recto, nunca en diagonal. El juego consiste en dejar únicamente una ficha en el tablero. Se puede jugar durante mucho tiempo, no tener éxito y dejar 3, 4, 5 o incluso más fichas que al no tener ninguna ficha vecina ya no pueden ni saltar, no comer, ni retirarse del tablero. He estado observando e investigando sobre el juego y ya soy capaz de terminarlo correctamente, pero no conozco si el problema admite alguna fórmula matemática que permita resolverlo. Estoy convencida de que es así. Imagino que debe ser un principio definido, una composición de propiedades numéricas y geométricas de las que dependa la solución, que pueda ser expresada en lenguaje simbólico. Pienso que depende mucho de la primera ficha eliminada...”

Se propone al alumnado que prueben a jugar al solitario de Ada. Para ello, tendrán que imprimir o dibujar el tablero, y utilizar papeles o botones como fichas.



**2.-** Cuando se trabaje en el aula con experimentos y sucesos aleatorios, técnicas de recuento, propiedades y dependencia de sucesos en el ámbito de la probabilidad, o la simulación de un experimento aleatorio, se proponen los siguientes ejercicios:

**a)** Juego de azar.

Puede participar cualquier número de jugadores/as. Cada persona dispondrá de tres canicas. Los y las participantes sacarán a la vez un número de canicas en la mano cerrada, es decir, 0 canicas, 1 canica, 2 canicas, o 3 canicas, y, por orden, tendrán que adivinar cuál es el número total de canicas que hay.

**b)** Dependencia e independencia de sucesos.

Una empresa de mecanizado y montaje, efectúa un sorteo de tres ordenadores por Navidad. Se venden 100 papeletas entre las y los trabajadores, de las cuales, tres, tienen premio.

- Eva, que trabaja en una máquina de control numérico, compra cinco papeletas ¿Cuál es la probabilidad de que obtenga algún premio?
- A continuación, su compañera Rosa, detiene la fresadora y se va a comprar tres papeletas más. ¿Cuál es la probabilidad de que Rosa obtenga algún premio?

**3.-** Por último, se propone trabajar los algoritmos, mediante el siguiente ejercicio:

Como hemos dicho anteriormente, Ada adaptó el sistema de tarjetas perforadas que había utilizado Jackard en su telar de tejido, a la máquina de Babbage, para que esta repitiera determinadas operaciones. De esta manera fue capaz de realizar un programa algorítmico para el cálculo de los Números de Bernoulli.

El proceso de diseño de un programa consta entre otras cosas de los siguientes pasos o etapas: Análisis del problema, y construcción de un algoritmo para codificarlo y convertirlo en lenguaje inteligible para los ordenadores.

¿Sabes qué es un algoritmo? Busca información en Internet y trabaja en grupo algoritmos conocidos, tales como el algoritmo de la Suma, del cálculo de raíces cuadradas, del procedimiento para cambiar la rueda de una bicicleta...



**Florence Nightingale,**  
(1820-1910)

## Las estadísticas aplicadas a las necesidades médicas

Fue una persona religiosa, crítica con la formación y preparación que recibían las mujeres en aquella época, e impulsora de reformas en el ámbito educativo, estadístico y de la administración civil y militar. Propuso la creación de escuelas de enfermeras, basadas en nuevos planes formativos teórico-prácticos, y contribuyó, por medio de métodos estadísticos, a la minoración de muertes de soldados militares durante la guerra de Crimea, a partir de la mejora de las condiciones higiénicas de los hospitales y de la imposición de reglas de administración sanitaria. Su obra es relevante y sugerente, consta de unos 200 libros, además de informes y folletos.

## Su contexto

Podemos situar a esta mujer en plena era victoriana, en el siglo XIX. Su familia, de clase alta y activista política, era partidaria de las ideas unitarias en círculos inconformistas de la Iglesia Anglicana y la apoyó en sus estudios, aunque no en la formación práctica de la enfermería. Nightingale mostró preocupación por los problemas sociales de aquella época y fomentó la enseñanza teórica y práctica, siguiendo los pasos de su abuelo, diputado que defendió la abolición de la trata de esclavos.

## Biografía

Florence Nightingale nació en Florencia el 12 de mayo de 1820, en el seno de una familia británica acomodada, formada por su padre, William Edward Nightingale, su madre, Frances Nightingale, y su hermana mayor, Parthenope. William, que había estudiado en la Universidad de Cambridge, se preocupó por la educación de sus hijas, pero no apoyó a Florence para que se formase en la práctica de la enfermería. En contra de la voluntad de sus familiares, Nightingale no se casó y continuó sus estudios y su formación<sup>1</sup>.

En 1848 impartió clases en la Ragged School de Westminster (Londres) a niños que carecían de recursos económicos. Ella les llamaba “sus ladronzuelos”.

Un año después viajó por Egipto, Grecia y Alemania, donde descubrió un Hospital cerca de Düsseldorf, en Kaiserswerth, que desempeñaba a la vez, funciones de escuela y orfanato. Allí acudió, con 30 años, para recibir la formación práctica en enfermería que tanto deseaba, y descubrió que en ese lugar las mujeres podían recibir una provechosa educación. Para completar esta formación, visitó hospitales de Gran Bretaña y Europa y elaboró informes con los datos analizados<sup>2</sup>.

---

1 Para ello se apoyó en personas como Samuel Gridley Howe (1801-1876), americano pionero en la enseñanza para ciegos.

2 Sobre 1848, Florence escribió “Lo primero que recuerdo, y también lo último, es que quería trabajar como enfermera o, al menos, quería trabajar en la enseñanza, pero en la enseñanza de los delincuentes, más que en la de los jóvenes. Sin embargo, yo no había recibido la educación necesaria para ello”, (Attewell, 2000:2, citando a Vicinus y Nergaard, 1989:30).

En 1853 obtuvo su primer empleo, como gerente en un sanatorio de Londres, en el que permaneció hasta el estallido de la Guerra de Crimea, en 1854. Sidney Herbert, Secretario de Estado para la Guerra, valoró positivamente la experiencia y conocimientos de Florence y le ofreció un trabajo<sup>3</sup> en el ejército como directora de un grupo de enfermeras en el Hospital de Escutari, en el continente asiático. Florence aceptó el puesto.

Durante la guerra de Crimea (1854 a 1856), Nightingale mostró interés por la higiene y la organización. Se dedicó personalmente a la cura y al cuidado de los soldados enfermos y heridos e impulsó medidas muy beneficiosas desde su puesto de directora. Para organizar el funcionamiento del Hospital, estableció pautas de actuación, una jerarquía de personal e impulsó el establecimiento de una lavandería y de un laboratorio de patologías. También influyó en la salud y el entretenimiento de los pacientes, mejoró su dieta, favoreció la lectura y les proporcionó un mecanismo para que pudiesen enviar dinero a sus familias. Se conoce a Florence como la Dama de la lámpara (Lady with the Lamp), porque velaba de madrugada a los heridos y recorría el hospital provista de un candil para comprobar que todo estuviese correcto.

Al final de la guerra le ofrecieron un cargo público como enfermera Jefe del hospital y supervisora de la formación de enfermeras, pero lo rechazó para volcarse en promover proyectos educativos vinculados a la profesionalización de la enfermería. Así mismo, la experiencia en Crimea la impulsó a iniciar una investigación sobre lo allí sucedido. Elaboró una campaña con intención de mejorar los estándares de sanidad y crear un comité de investigación sobre los muertos por enfermedad y en el campo de batalla. Se encargó de ordenar las pruebas que tenía sobre la pésima administración de los hospitales y elaboró estadísticas sobre los índices de mortalidad de esta guerra. Estas aportaciones fueron muy valoradas por la Reina Victoria y una buena parte de la población de Gran Bretaña, hasta el punto de que un grupo de seguidores inició una recolecta de dinero ("Fondo Nightingale")

---

3 "Solo existe una persona [...] capaz de organizar y supervisar tal proyecto [...]. La selección y reclutamiento de enfermeras resultará difícil: nadie lo sabe mejor que tú. La dificultad de encontrar mujeres con buena disposición para una tarea que a fin de cuentas está llena de horrores y que requiere, aparte de conocimientos y buena voluntad, gran energía y coraje, será tremenda [...]. Mi pregunta es simple: ¿estarías dispuesta a aceptar la petición de ir a supervisar todo el proyecto? Por supuesto, contarías con autoridad absoluta sobre todas las enfermeras y creo que podrías asegurarte una ayuda y colaboración total por parte del personal médico" (Ladios, 2005).

con la finalidad de que, a su regreso a Inglaterra, crease una escuela para reformar los hospitales civiles.

En 1957 contribuyó a la creación de la Comisión Real sobre Sanidad en el Ejército Británico.

A pesar de que muchos médicos se oponían en los hospitales a las nuevas enfermeras<sup>4</sup>, Florence y el Fondo Nightingale comenzaron a negociar la creación de un centro de formación de enfermeras en el hospital St. Thomas de Londres en 1960. La escuela estaba perfectamente organizada. En ella vivían las alumnas que dependían de la enfermera jefe y la formación la impartían monjas y médicos del hospital. Las pupilas recibían una remuneración y, al finalizar sus estudios, pasaban a ocupar un puesto en un hospital elegido por el Fondo.

Florence siguió de cerca el desarrollo de la escuela. Aconsejaba de forma práctica y moral a sus alumnas y pensaba que el trabajo de enfermera no se aprende en los libros, sino que es algo que solo se aprende con la práctica en las salas de hospital. Fue la primera teórica de los estudios de enfermería.

En 1887 se habían formado en la Escuela Nightingale 520 enfermeras, y 42 eran enfermeras jefe de hospitales. Esto supuso la apertura de escuelas en otros países, así como la creación de una red internacional que seguía la formación Nightingale. A partir de este momento, la enfermería como profesión, comenzó a dignificarse.

Además de la educación en el ejército y la formación práctica de la enfermería, Florence se interesó por los asilos de personas pobres y proyectó, junto al matemático Frances Galton, una cátedra de Estadística en Oxford. Fue la primera mujer miembro de la Asociación profesional de los estadísticos en el Reino Unido<sup>5</sup>.

---

4 "En 1856, John Flint South, cirujano en el hospital St. Thomas de Londres, declaró que en su opinión una enfermera no necesitaba más formación que una criada" (Attewell, 2000).

5 La Statistical Society of London, que se convirtió a finales del siglo XIX en la Royal Statistical Society.



En 1908 le otorgaron la medalla al mérito, un reconocimiento que no solía recaer en las mujeres; en 1909 fue galardonada con el Premio Libertad de la ciudad de Londres (“Liberty of the city of London”) y en 1934 se creó la Fundación Nightingale (Florence Nightingale International Foundation).

En esta última etapa de su vida precisó de los cuidados de otras personas, al estar su salud muy deteriorada. Se quedó ciega e inválida y falleció en su casa (en Hampshire) el 13 de agosto de 1910, a la edad de 90 años.

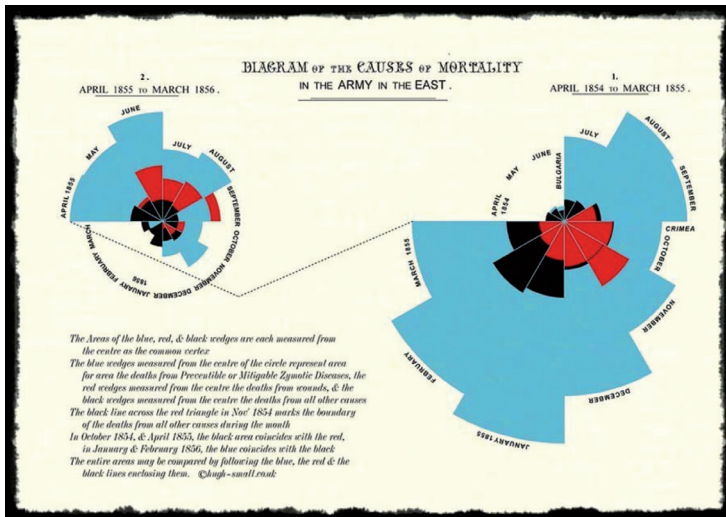
## Aportaciones

El legado de Florence Nightingale es sugerente, amplio y variado. Escribió unos 200 libros, informes y folletos. También impulsó reformas como administradora, como educadora y como estadística, donde haremos más hincapié, por ser la parte de su obra que interesa en esta materia.

Como investigadora se encargó de recopilar datos sobre natalidad y mortalidad en distintos hospitales para realizar estudios estadísticos. Aprovechando sus conocimientos en matemáticas, analizó los datos de que disponía utilizando como metodología la estadística médica y el razonamiento inductivo. Este análisis tuvo como resultado una reducción de la tasa de las epidemias y de la mortalidad del 43% al 2% en los hospitales militares británicos y significó una mejora de la asistencia sanitaria tanto de forma cuantitativa como cualitativa. A día de hoy, los estudios estadísticos de Florence Nightingale siguen siendo un recurso muy utilizado en las clínicas y Hospitales para elaborar los diagnósticos médicos.

La dama de la lámpara también inventó un sistema de logaritmos que mejoró la práctica quirúrgica y diseñó un sistema de representación gráfica de datos parecido a los diagramas de sectores actuales, llamado diagrama de área polar.

Nightingale utilizó este Diagrama de área polar para representar el número de las muertes acaecidas en el ejército británico durante la guerra de Crimea por enfermedades infecciosas, por heridas y las debidas a otras causas, entre abril de 1854 y marzo de 1856:



Extraído de: [http://www.ine.es/expo\\_graficos2010/expogra\\_autor4.htm](http://www.ine.es/expo_graficos2010/expogra_autor4.htm)

El texto de la imagen dice lo siguiente:

“Cada una de las áreas azules, rojas y las secciones negras, está medida utilizando el centro como vértice común. Las secciones azules medidas desde el centro del círculo representan, área por área, las muertes por Enfermedades Zymóticas, desde Prevenibles hasta Mitigables.

Las secciones rojas medidas desde el centro representan las muertes de heridas. Las secciones negras medidas desde el centro representan las muertes por otras causas.

La línea negra que cruza el triángulo rojo en Noviembre 1854 marca el límite de las muertes debidas a todas las otras causas durante ese mes.

En octubre de 1854 y abril de 1855, el área negra coincidió con la roja. En enero y febrero de 1855, el azul coincidió con el negro.

Las áreas completas pueden compararse siguiendo las líneas limítrofes del azul, el rojo y el negro.”

La contribución de Florence a la mejora de la estadística social fue reconocida por el matemático británico precursor de la estadística moderna, Karl Pearson.

Como administradora, Nightingale influyó en la mejora de la sanidad en los hospitales militares y civiles, así como en la asistencia social en la India (entonces colonia inglesa) impulsando medidas pioneras de control de infecciones. Defendió una dieta sana como factor clave para la recuperación, y organizó los recursos humanos y materiales que tenía a su alcance gestionando su funcionamiento, lo que proporcionó una mejora en el sistema sanitario, sobre todo en cuanto a higiene y formación del personal se refiere.

Su obra sobre planificación hospitalaria, *Notas sobre cuestiones relativas a la sanidad, la eficacia y la administración de los hospitales en el Ejército Británico*, influyó en la mejora de la educación de los soldados y médicos militares. Fue traducida a muchos idiomas y, en la actualidad, sigue siendo un manual usado con frecuencia por el personal de la administración sanitaria. Muchas de las sugerencias que ella le hizo al Secretario de Estado para la Guerra sirvieron para elaborar reglamentos militares y fomentaron la creación de la Comisión Real sobre Sanidad en el Ejército Británico en 1857.

Como educadora impulsó la mejora de la formación práctica del personal sanitario. Para ello contribuyó a la creación de escuelas para la formación de médicos militares<sup>6</sup> y de mujeres enfermeras, impulsando el acceso de estas a la educación y a una experiencia práctica en esta disciplina<sup>7</sup>. Su principal obra, *Notas sobre Enfermería. Qué es y qué no es*, fue utilizada en las escuelas para la formación de enfermeras y sigue siendo en la actualidad un manual consultado por quienes trabajan en el ámbito sanitario.

Florence Nightingale desarrolló sobre todo la concepción, hasta entonces rechazada, y que, sin embargo, ha permanecido vigente hasta la actualidad, de la necesidad de obtener datos y sistematizarlos, anotarlos, pasarlos a

---

6 En 1960 se creó la primera Escuela de Medicina Militar del Reino Unido.

7 "Mis teorías no han suscitado interés entre las mujeres. Las que fueron conmigo a Crimea no aprendieron nada de mí, y ninguna [...] ha sacado las lecciones de la guerra" escribió Florence a Mary Mohl en diciembre de 1861 (Attewell, 2000:7, citando a Vicinus y Nergaard, 1989:230).

gráficas y diagramas, para poder hacer cualquier investigación aplicada. También influyó muy positivamente en la profesionalización de las mujeres enfermeras y contribuyó a la mejora del ámbito educativo en este campo. No obstante, no aplicó esta fórmula a otras profesiones, discriminando la labor de otras mujeres que precisaron su apoyo para acceder a la medicina. Ella consideraba que la medicina era una profesión de hombres en la que las mujeres no podían tener cabida. En la actualidad, siguen existiendo profesiones feminizadas, una de ellas es precisamente la enfermería.

Se han realizado varias películas sobre ella<sup>8</sup>, existen multitud de piezas audiovisuales sobre su trayectoria (por ejemplo en [www.youtube.com](http://www.youtube.com)), aunque, por supuesto, donde más información podemos obtener sobre su vida y obra es en el Florence Nightingale Museum de Londres<sup>9</sup>.

---

8 The white Angel (1936); Florence Nightingale (1985); Florence Nightingale (1993); Florence Nightingale (2008).

9 En el Museo, una mujer representa a Florence y describe su vida al alumnado que acude de visita. Los y las escolares se encontrarán allí desde su búho mascota "Athena", hasta la lámpara turca que utilizó durante la guerra, o la pizarra que usaba cuando era una niña.

## Propuestas de ejercicios para el alumnado

- 1.- Cuando se trabajen los estudios estadísticos y se expliquen los caracteres estadísticos cuantitativos y cualitativos y sus modalidades, así como las muestras representativas de la población que se toman al azar para realizar estos, se podría incluir la siguiente actividad:

Se desea hacer un estudio sobre la intención de jugar al fútbol en una población formada por 5 millones de personas, de las cuales 2.900.000 son mujeres.

Para realizar el estudio se elige una muestra formada por 3.000 personas.

¿Cuántas mujeres deberá haber en la muestra elegida para que sea proporcional a la población femenina existente?

- 2.- Asimismo, cuando se trabajen los diagramas de barras que se utilizan para comparar datos cualitativos o cuantitativos discretos, se propone la siguiente actividad:

Se elabora un análisis estadístico anual en Universidades públicas elegidas para comprobar el número de mujeres doctoras honoris causa por año de investidura, con respecto al número total de hombres y mujeres que lo son. Los datos, tomados de la publicación “La mujer en cifras” del Instituto de la Mujer, son los siguientes:

Doctores/as Honoris Causa de Universidad		
AÑO	TOTAL (hombres y mujeres)	% MUJERES
2010	97	15,56%
2009	93	9,86 %
2008	97	10,31 %
2007	85	5,88 %
2006	71	2,82 %
2004	87	5,75 %
2003	72	9,72 %
2001	69	8,70%
2000	90	2,22%

- a) Calcula el número de mujeres y hombres doctores/as honoris causa que hay en las universidades para cada año.
- b) Representalo gráficamente mediante un diagrama de barras.
- c) Compara ambos resultados.
- d) ¿Qué te sugieren los datos?

3.- Los Diagramas de sectores, que se usan para comparar distintas modalidades de un carácter cualitativo, se podrían trabajar mediante el siguiente ejercicio:

La distribución del 100% del gasto que una familia invierte en higiene personal cada mes viene dado por los siguientes porcentajes:

Gel de baño	26%
Champú	14%
Crema hidratante	14%
Crema dental	8%
Colonia	9%
Otros	29%

Construye un diagrama de sectores que represente esta situación.

4.- Como actividad complementaria para casa o la clase de informática, se puede proponer al alumnado efectuar las representaciones en EXCEL.





**Sofía Vassilievna Kovalevski,**  
(1850-1888)

## Matemáticas, nihilismo, poesía y transformación social

Sofía Kovalevski nace en el seno de una familia de la alta burguesía de Moscú. Desde pequeña poseía una facilidad para las matemáticas asombrosa. Aunque su posición social la colocó en un contexto más favorable para desarrollar su intelecto que al resto de las mujeres en Rusia, Sofía se encontrará a lo largo de su vida con numerosas barreras que le dificultan su educación, por el hecho de ser mujer.

Su esfuerzo hasta conseguir un alto nivel en matemáticas y un reconocimiento de sus logros, hacen de ella no solo una brillante matemática, sino también una mujer rebelde que luchó por la emancipación de las mujeres y por su educación. Obtuvo una cátedra en matemáticas, ganó el Premio Bordin y destacó también por su trabajo literario, reivindicando el papel de las mujeres en el mundo intelectual.



## Su contexto

La vida de Sofía Kovalevski transcurre en un país y en un contexto político muy particular. Gracias a la buena situación de su familia, Sofía, tendrá más facilidad de acceder a la educación que la mayoría de las mujeres en Rusia.

En 1860 la juventud de Rusia empieza a manifestarse contra la sociedad rusa tradicional y a pedir cambios sociales. La Universidad de San Petersburgo abrió en 1861 las puertas a las mujeres, que volverán a cerrarse debido a las continuas protestas estudiantiles que reclamaban reformas sociales. Cuando vuelven a abrirse, el derecho de acceso de las mujeres se había perdido de nuevo.

Fuertemente influenciada por ese movimiento social juvenil, que empieza a surgir en Rusia hacia el año 1860, Sofía será una de las más importantes defensoras del derecho a la educación de las mujeres. A pesar de las dificultades, Sofía se rebeló contra la sociedad patriarcal de su país para realizar sus sueños. Su vida fue una lucha constante. A lo largo de esta, apoyó y ayudó a las mujeres que tenía más cercanas y con las que compartía las mismas inquietudes.

## Biografía

Sofía Kovalevski (también conocida como Sonia) nace en Moscú en el año 1850. Forma parte de una familia burguesa, en la que su padre, Vasili Korvin-Krukovsky, era un general que trabajaba al servicio de Nicolás I, y su madre, Elizaveta Shubert, había recibido una buena educación, ya que era hija de un matemático y astrónomo alemán llamado Féodor Féodorovitch Schubert.

Sofía mostró interés por las matemáticas desde pequeña. Se dice que en su habitación, en una casa en Bielorrusia, las paredes fueron empapeladas con escritos de Ostrogradski<sup>1</sup> sobre cálculo diferencial e integral.

---

<sup>1</sup> Matemático y físico ucraniano.

Sofía se empezó así a familiarizar y a sentir curiosidad por estas fórmulas matemáticas que más tarde le facilitarán su aprendizaje.

Serán varias las personas que influirán en Sofía a lo largo de su vida. Cuando tenía catorce años estudió el libro *Elementos de física*, elaborado por su vecino Nicolás Tirtov. En esa época, Sofía consiguió llegar al concepto de 'seno' estudiando ella sola trigonometría. Nicolás Tirtov estaba impresionado y habló con el padre de Sofía para animarle a dar una educación matemática a su hija. El general pensaba que las mujeres debían saber lo suficiente para atender adecuadamente a su marido e hijos y no estaba de acuerdo con los estudios que realizaba su hija. Finalmente cederá y la familia se traslada a San Petersburgo donde Sofía empezará a estudiar cálculo y geometría analítica con el profesor Strannoliubski. Juntos intercambiaron sus ideas sobre la educación de las mujeres llegando a trabajar en un proyecto destinado a conseguir fondos para las universidades femeninas.

Al serles prohibido el acceso a la universidad, Sofía, su hermana Anyuta, y una amiga, Anna Mijaïlovna Eveinova (a la que llamaban Zhanna), pensaron que la única posibilidad de continuar con sus estudios sería en las universidades extranjeras. Las mujeres solteras no podían viajar sin el permiso de sus padres, y esto suponía un impedimento para la familia de Sofía. Entre la juventud más rebelde, se empezaron a realizar matrimonios blancos para liberarse del sometimiento a la autoridad paterna y someterse a la autoridad de un marido que las dejase estudiar fuera. El candidato que cumplía este requisito se llamaba Vladimir Onufrievich Kovalevski, estudiaba leyes y, aunque en un principio iba a casarse con Anyuta o Zhanna, por ser mayores que Sofía, cuando la conoce insiste en casarse con ella.

En 1869 el matrimonio se traslada a Viena, pasan el verano en Inglaterra y finalmente se instalarán en Heidelberg (Alemania), donde Sofía consigue una dispensa especial para acudir a las clases de matemáticas. A Heidelberg acudirán también Anyuta y Zhanna, que cruzarán la frontera, y la prima de esta, Julia Lermontova. Vladimir, incómodo con la presencia de estas mujeres, abandonará el hogar.

En 1870 Sofía se traslada a Berlín decidida a estudiar con Weierstrass, profesor de la Universidad. El profesor Weierstrass le planteará problemas de gran dificultad con la intención de librarse de una estudiante mujer, pero, sorprendido por las soluciones de esta, decidió admitirla como alum-

na particular durante los cuatro años siguientes. Se convertirán en amigos íntimos y el profesor la ayudará en el desarrollo de su intelecto y en la obtención de su grado.

Sofía presentó para su tesis doctoral tres trabajos: “La teoría de las ecuaciones diferenciales parciales”, otro sobre los anillos de Saturno y otro sobre integrales abelianas de tercer orden. Le concederán el doctorado cum laudem en Matemáticas en la Universidad de Göttingen por el primero de ellos.

No encontró trabajo en Europa, ya que no había puestos para mujeres con doctorados en matemáticas. Resignada, Sofía vuelve a Rusia con Vladimir y por primera vez convivieron como un matrimonio. En Rusia no se permitía que las mujeres enseñasen en la Universidad, por lo que terminó dando clases como maestra de primaria. En 1878 la pareja tendrá una hija y, durante dos años, Sofía se dedicó a escribir artículos, teatro y poesía.

En 1886, junto con Anna Charlotte Leffler-Edgren escribe una obra de teatro titulada *La lucha por la felicidad* que se editó varias veces en Rusia. Realizó también una obra autobiográfica: *Recuerdos de la infancia*, en la que narra los recuerdos de su niñez y los problemas sociales de la Rusia del siglo XIX. Destacan otras obras, como la novela *Las hermanas Raevski* (1890) y, tras su muerte, se publica en Rusia, de entre sus manuscritos no revisados, la novela que cuenta la historia de una revolucionaria, con el título *Una nihilista* (1892).

El zar Alejandro II es asesinado en 1881, en un acto terrorista, por rebeldes nihilistas y cualquier persona que se consideraba simpatizante con el movimiento era perseguida. Sofía, cercana al movimiento, decide trasladarse a París, donde, en 1882, es nombrada miembro de la Sociedad Matemática. Por entonces, Vladimir tenía muchas deudas, es acusado de fraude y se suicida en 1883. Será un duro golpe para Sofía, que se refugiará en el estudio de las matemáticas, la única cosa que tenía sentido para ella.

Poco después de la muerte de Vladimir, Sofía recibió una invitación de un alumno de Weierstrass para trabajar en la Universidad de Estocolmo, aunque estaría obligada a aceptar el puesto sin sueldo. Le pagaron sus alumnos y se la empezó a valorar profesionalmente. Fue nombrada profesora durante cinco años más y, en 1889, consiguió el primer salario, lo que le permitió cubrir sus necesidades.

Durante su vida en Estocolmo, Sofía fue editora de la revista internacional *Acta Mathematica*<sup>2</sup>, donde publicó varios trabajos.

En 1888 participó en el Premio Bordin con su trabajo “Sobre la rotación de un cuerpo rígido alrededor de un punto fijo”. Era una presentación anónima, y Sofía ganó este premio, considerado uno de los más altos honores científicos. En 1889 la nombran profesora vitalicia en Estocolmo, aunque ella soñaba con obtener un puesto similar en Rusia, lo que nunca ocurrió. En 1891 muere tras sufrir un ataque cardíaco.

Las mujeres que influyeron en la vida de Sofía y con las que compartía sus inquietudes sobre la educación y los derechos de las mujeres también consiguieron pequeños logros tras una vida de lucha.

La hermana de Sofía, Aniuta, tras huir de Rusia, desarrolló su vida en París, donde era una de las dirigentes feministas de la Comuna.

Julia Lermontova consiguió su grado en la Universidad de Göttingen y encontró trabajo en un laboratorio químico en Moscú.

Zhanna Evreinova fue la primera abogada de Rusia en 1873, tras estudiar leyes en Leipzig.

Sofía será una gran matemática recordada por todas las mujeres rusas por su lucha a favor de los derechos de las mujeres, especialmente en el ámbito de la educación. Sufrió discriminación por su condición de mujer y se vio obligada a realizar esfuerzos muy superiores a los de un hombre para demostrar su valía. Preocupada por los temas sociales, no se rindió a pesar de las dificultades de la época.

---

<sup>2</sup> Revista fundada por el matemático sueco Mittag-Leffler en 1882 y financiada por su esposa, Signe Lindfors.

## Aportaciones

Sofía dedicó su vida al estudio de las matemáticas en un país y en un contexto en el que esta labor estaba reservada a los hombres. Pese a ello, Sofía reivindicó su derecho a formarse en matemáticas y la mayor aportación que nos deja es el esfuerzo que realiza hasta ser la primera mujer que logra un reconocimiento profesional y académico en esta materia.

Sobre la teoría de las ecuaciones diferenciales parciales trabaja con un sistema de ecuaciones diferenciales de primer orden con distintos números de variables. En este texto aparece el teorema Cauchy–Kovalevski.

El trabajo sobre integrales abelianas, denominado “Sobre la Reducción de cierta clase finita de Integrales Abelianas de tercer orden”, será publicado en *Acta Mathematica* en 1884.

El trabajo sobre los anillos de Saturno llevará el título “Investigación suplementaria y observaciones sobre la investigación de Laplace sobre la forma de los anillos de Saturno y sobre la propiedad de un sistema de ecuaciones”.

Escribirá también un texto, “Sobre la propagación de la luz en los medios cristalinos”, que será publicado en *Acta Mathematica* en 1883.

Su investigación más importante fue “Sobre el problema de la rotación de un cuerpo alrededor de un punto fijo”, con la que obtiene el Premio Bordin, de la Academia de las Ciencias de París. En esta investigación Sofía resolvió las ecuaciones del movimiento, planteando un sistema de seis ecuaciones diferenciales y considerando el tiempo como una variable compleja.

Sus investigaciones serán utilizadas en la mecánica y en las matemáticas hasta nuestros días.

## Propuestas de ejercicios para el alumnado

- 1.- Sofía, siendo una niña, descubre sola el concepto de 'seno'. Además, mantiene discusiones con su tío sobre los conceptos de 'asíntota' e 'infinito'. A partir de la definición del concepto de asíntota, trata de dibujar lo que has entendido.

Concepto: Se denomina asíntota de una función  $f(x)$  a una recta que se aproxima a la curva pero nunca la toca, cuando al menos una de las coordenadas ( $x$  o  $y$ ) tiende al infinito.

- 2.- En geometría, la rotación de un cuerpo respecto de un punto  $O$  es un movimiento de cambio de orientación del cuerpo, de forma que, dado un punto cualquiera del mismo, este permanece a una distancia constante del punto  $O$ . Para definir este movimiento se necesita conocer: el punto  $O$ , que denominaremos centro de rotación. El ángulo de giro. Y el sentido de la rotación.

Sabiendo esto dibuja la trayectoria de rotación de los vértices de un triángulo isósceles alrededor de un punto externo  $O$ , con un ángulo de giro de 60 grados y sentido levógiro o contrario a las agujas del reloj.

- 3.- Como se puede leer en la biografía, Sofía Kovalevski escribió sobre la configuración de los anillos de Saturno, probablemente el más bello de los planetas vistos desde el telescopio, pero ¿alguna vez lo has visto? ¿Sabes a qué distancia está de la tierra? ¿Conoces algún otro planeta que también tenga anillos?





**Grace Chisholm Young,**  
(1868-1944)

## Primer libro de Geometría

Grace Chisholm Young destacó por ser una de las mentes matemáticas más importantes de la historia. Su vida se desarrolla en un contexto familiar y social mucho más favorable que el de otras mujeres científicas o matemáticas, por lo que no encontró demasiados impedimentos para desarrollar su intelecto y sus posteriores investigaciones. Tras su matrimonio con William Young publica varias obras, pero es difícil delimitar y distinguir su aportación de la de su marido. El libro más exitoso puede que sea *Primer Libro de Geometría*, donde plasma sus teorías sobre lo conveniente de enseñar geometría en dimensión 3 (3D), ya que es mucho más real que la geometría del plano, enseñada hasta el momento.



## Su contexto

Grace Chisholm Young nace en el año 1868 en la Inglaterra victoriana, en el seno de una familia de clase alta, económicamente acomodada y con una elevada educación e interés por la cultura. Era la pequeña de cuatro hermanos.

El padre de Grace, Henry William Chisholm, ostentaba un prestigioso puesto de trabajo en el Departamento de Pesas y Medidas del gobierno inglés y la madre, Ana Louisa Bell, era una consumada pianista. Era habitual que ambos dieran recitales de piano y violín en Haslemere Town Hall.

La primera formación que Grace recibió vino de manos de sus padres y estaba adaptada a los gustos y preferencias de la joven, recibiendo únicamente nociones de cálculo mental y música.

Grace fue coetánea de Sofia Khovalevsky (1850–1891), otra gran matemática, a la que dedicamos varias páginas en esta misma obra.

## Biografía

A los diez años, los padres de Grace deciden dejar su educación en manos de una institutriz, que la formó hasta los diecisiete años. Tras recibir esta formación, más completa que la que había recibido de sus padres, Grace se presenta con éxito a los exámenes de acceso a Cambridge. No obstante, por su condición de mujer, no le fue permitido continuar sus estudios allí. Es así como Grace encuentra el primer bache en su carrera.

Es entonces cuando, por consejo familiar, Grace emprende una labor social, propia de las señoritas de clase alta de la época, y comienza a ayudar a la gente pobre y desfavorecida de Londres, pero el deseo de conocimiento y estudio sigue vivo en ella y con veintiún años, manifiesta a su familia su intención de estudiar medicina.

Esta aspiración de Grace no agrada a Ana Louisa, su madre, pero con el apoyo de su padre comienza a estudiar matemáticas, su segunda opción,

en Cambridge en el año 1889, en el Girton College, el mejor centro de estudio de matemáticas de la época.

Entre otros profesores, Grace contó con Arthur Cayley (1821–1895), uno de los fundadores de la escuela británica de matemáticas puras, a quien acude, aconsejada por William Young, tutor de Grace en esa primera etapa académica, y que años más tarde se convertiría en su marido.

En el año 1892 Grace obtiene su diploma de estudios, pero su sed de conocimiento iba más allá y, tras terminar sus estudios de matemáticas, deseaba continuar su carrera y doctorarse. Esto resultaba imposible en Inglaterra, donde se lo impiden por el hecho de ser mujer, y es entonces cuando decide intentarlo en Göttingen (Alemania), donde se doctoraron mujeres como Sofia Kovalevskaya y Emmy Noether.

El ingreso de Grace en la nueva universidad fue apoyado por Felix Klein, profesor cuya actitud describe Grace de la siguiente manera:

“La actitud del Profesor Klein es esta, no admite la admisión de cualquier mujer que no haya ya realizado un buen trabajo y que pueda superar las pruebas de grado o equivalentes... El Profesor Klein es moderado. Hay miembros en la Facultad que no están de acuerdo con la admisión de mujeres y otros que lo desaprueban totalmente” (Salvador y Molero, s/f:2).

A pesar del apoyo del profesor Klein para entrar en la Universidad de Göttingen, Grace necesitaba el permiso del Ministerio de Cultura de Berlín. No obstante y lejos de encontrar escollos para la obtención de ese permiso, Grace se encuentra con el hecho de que el oficial encargado de la educación superior en Alemania era Friedrich Althoff, director General de Universidades en Prusia, entre 1882 y 1908, de ideología liberal y muy interesado en la educación superior de las mujeres. En esos años, en Alemania hubo una política educativa pionera, se incrementó el número de universidades técnicas y se diferenciaron las labores de enseñanza e investigación.

Grace asistía a las clases de Klein con otras dos mujeres y se cuenta en las crónicas sobre la vida de Grace, que el profesor Klein tuvo que cambiar su habitual saludo de “¡Caballeros!” por uno más abarcador e incluyente de alumnos y alumnas como fue el de “¡Oyentes!”.

Finalmente Grace consigue doctorarse en el año 1895, bajo la tutorización de Felix Klein. El título de su investigación fue: *Grupos algebraicos y trigonometría esférica*.

Grace regresa a Inglaterra y envía su tesis a diferentes personalidades del mundo de las matemáticas. A este intento de difusión de sus investigaciones responde William Young, su futuro esposo, quien le ofrece colaborar con él para escribir un libro de astronomía.

Grace y William Young se casan en Londres en junio de 1886 y se van a vivir a Cambridge, lugar en el que ella puede continuar sus investigaciones. Al finalizar el primer año de casados, nace su primer hijo y se trasladan a vivir a Alemania. Tras ese primer hijo vinieron cinco más, lo que supuso que Grace tuviera que hacer un esfuerzo descomunal para continuar su carrera como investigadora.

Ella misma sostiene que aprovechaba los momentos en los que su marido viajaba para trabajar en sus investigaciones.

## Aportaciones

Como ha sucedido a lo largo de la historia con las investigaciones y escritos de numerosas mujeres, en el caso de Grace es muy difícil dividir las aportaciones que hace ella a las matemáticas de las que hace su marido, ya que la gran mayoría de las obras se publican con el nombre de ambos. Podemos señalar, no obstante, que el profesor William Young no publica ninguna investigación original ni destaca en el mundo de la investigación matemática hasta que contrae matrimonio con Grace Chisholm. A continuación nos centraremos en algunos de los temas sobre los que ella trabajó.

En el año 1905 Grace escribe dos libros: *Bimbo* y *Primer libro de Geometría*. En el primero de ellos la autora describe el proceso de división celular. Esta publicación nace con el objetivo de servir de herramienta didáctica para instruir en Biología a uno de sus hijos.

*Primer Libro de Geometría* lo escribe en colaboración con su marido. Este libro goza de gran fama aún en la actualidad. Fue traducido a varios idio-

mas y reeditado en 1970, con el nombre de *Beginner's Book of Geometry*. En él se plasma el hecho de que a los escolares no se les inculcara el hábito de la observación geométrica, ni se les instruyera en la práctica natural del pensamiento en dimensión 3. Grace en esta obra afirma lo siguiente:

“En cierto sentido la geometría plana es más abstracta que la tridimensional, o también llamada geometría del sólido” (Salvador y Molero, s/f:6).

Grace era partidaria de que los alumnos y alumnas utilizaran herramientas a su alcance para construir figuras geométricas (lápices, tijeras, papel, alfileres...), por lo que en esta publicación incluyó desarrollos de figuras tridimensionales para que pudieran ser construidas. Opinaba que viendo estas figuras construidas sería más sencillo que entendieran y resolvieran los problemas de geometría, ya que la geometría en dimensión 3 es más cercana a la realidad y a la experiencia cotidiana. De esas figuras geométricas, solo 5 pueden ser clasificadas dentro del grupo de poliedros regulares o sólidos platónicos.<sup>1</sup>

A lo largo de su vida elaboró unos 200 artículos en colaboración con su marido e hizo aportaciones a la integral de Lebesgue y sobre el estudio de las derivadas de las funciones reales.

La integral de Lebesgue fue denominada así en honor a su creador, Henri Lebesgue (1875–1991) y fue enormemente importante en diversas ramas de estudio de las matemáticas como el análisis real.

La integral de una función no negativa puede considerarse como el área entre la gráfica de una curva y el eje X. La integral de Lebesgue extiende el concepto de integración a un grupo mucho más amplio de funciones.

Otra famosa obra de Grace es *The theory of sets of points*, escrita en 1906 y reeditada en numerosas ocasiones, donde expone teorías sobre

---

1 Los sólidos platónicos reciben este nombre en honor al filósofo griego Platón (427-347a.C), a quien se le atribuye haberlos estudiado en primera instancia y son aquellos que se puedan definir como poliedros convexos, que sus caras sean polígonos regulares iguales y que en sus vértices converjan el mismo número de caras. Estos son: tetraedro, hexaedro o cubo, octaedro, dodecaedro e icosaedro.

los números racionales e irracionales o la representación de números en una línea recta. Sobre esto último en este libro se manifiesta lo siguiente:

“Una de las propiedades fundamentales del conjunto de los números racionales es el orden. Nos encontramos en la segunda parte que la idea de orden es una de las más esenciales para la comprensión de los conjuntos de puntos, y que tenemos la costumbre de usar el orden de algunos o todos los números racionales como un estándar de comparación.

El orden de los números racionales en su conjunto es tal que no podemos decir cuál es el siguiente número racional en orden de magnitud después de uno dado **a**, o antes de un determinado **c**. En efecto, si **a** y **c** son cualquiera de los dos números racionales, siempre se puede insertar un número racional **b** entre ellos.

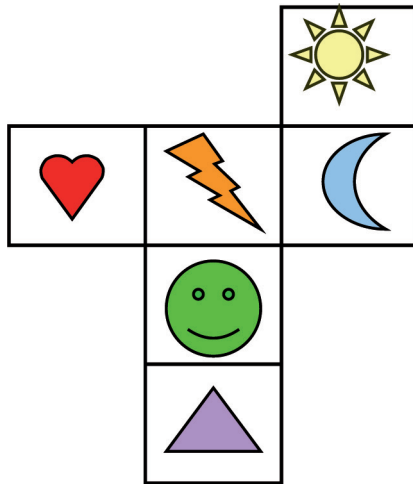
Ayuda a la imaginación el hecho de que podamos establecer una correspondencia (1, 1) entre los números racionales y algunos puntos de la línea recta, de tal manera que el orden se mantiene, es decir, si **Ap**, **Aq**, **Ar**, son tres de los puntos que corresponden a los números racionales **p**, **q**, **r**, entonces **Aq** se encuentra entre **Ap** y **Ar**, si y solo si, **q** se encuentra entre **p** y **r**, y viceversa.”

Después de este recorrido a lo largo de la vida y obra de Grace Chisholm, podemos concluir que sus trabajos nacen en gran medida con aspiraciones didácticas, tanto para los escolares como más concretamente para sus hijos e hijas, a quienes prestó su apoyo por igual en lo que a la enseñanza de las matemáticas u otras ramas de la ciencia se refiere:

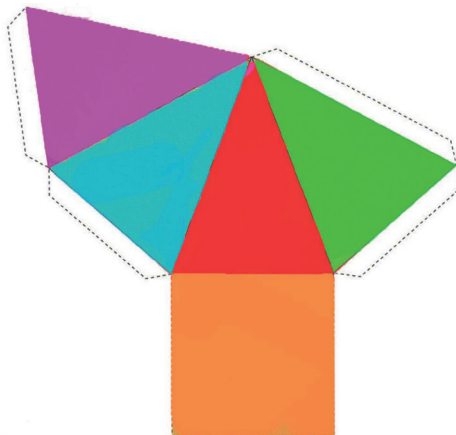
“Su hijo Frank (Bimbo) que murió durante la primera guerra mundial prometía ser un gran científico. Janet fue física, [...]. Cecily se doctoró en matemáticas en Cambridge, como también hubiese deseado Grace. Laurie también fue matemática. Pat fue un químico reconocido.” (Salvador y Molero, s/f:4).

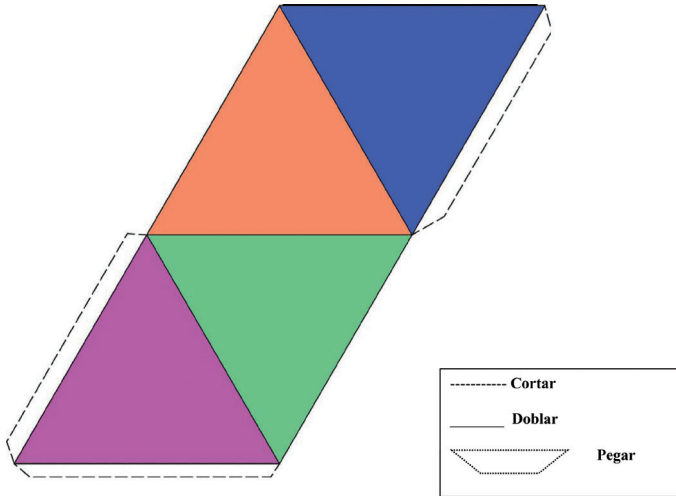
## Propuestas de ejercicios para el alumnado

1. Si construyéramos un cubo con el desarrollo de esta figura, ¿cuál sería el símbolo opuesto a



- 2.- Estos son los desarrollos de una pirámide de base cuadrada y de un icosaedro. Cópialos en un folio y constrúyelos.





**3.-** Se recomienda el visionado y posterior debate en clase de la película Flatland, dirigida en 2008 por Ladd Ehlinger Jr., basada en el libro Planilandia de Edwin A. Abbott, sobre la recreación de un mundo en solo dos dimensiones. Interesa comentar la sátira que se hace de la mujer, cayendo en estereotipos y lugares comunes.

Ver:

<http://www.librosmaravillosos.com/planilandia/seccion01.html#4>, donde se hace un resumen del libro y <http://www.flatlandthemovie.com/>, para información sobre la película.



**Mileva Maric,**  
(1875–1948)

## “Lady Einstein”

Contar la historia de Mileva Maric es contar también la de Albert Einstein, ya que los postulados y teorías que dieron fama a este científico, son, por lo menos, fruto del trabajo de ambos. La sociedad científica del siglo XX en Alemania, y después la del resto del mundo, le encumbró, pero no son pocos los testimonios y las pruebas documentales que avalan la teoría de una apropiación de la actividad investigadora de Mileva, que mostró siempre una extraordinaria inteligencia y aptitud para las matemáticas.



## Su contexto

El desarrollo intelectual de Mileva tiene lugar en el seno de una familia de clase media, con ideas en cierto modo progresistas o avanzadas para la época en lo que a la educación de las mujeres se refiere. Su padre trabajaba como oficial en el ejército austrohúngaro y, al percatarse de las dotes para el estudio y el talento matemático de su hija, opta por darle la oportunidad de estudiar en los mejores centros educativos.

El contexto científico de los años en los que Mileva estudia en la Universidad, ya en Alemania, es también enormemente rico, así, por ejemplo, en el campo de la física, se descubre y perfecciona la técnica de los rayos X (Wilhelm Röntgen).

## Biografía

Mileva nace en el año 1875, en Titel, entonces perteneciente al Imperio Austro-Húngaro, la actual Serbia.

Con el apoyo de su familia, Mileva pasa por las más afamadas escuelas y pronto comienza a centrarse en la rama del saber que constituye su pasión: las matemáticas. Su padre tiene que pedir un permiso especial para que Mileva comience este tipo de estudios, ya que las carreras científicas estaban reservadas únicamente a los hombres. A los pocos años, Mileva parte a Zurich, Suiza, con el fin de concluir los estudios de bachillerato y poder ingresar por fin en la universidad.

En el año 1896 se matricula en el Instituto Politécnico. Su entrada en la universidad suscitó reticencias y desconfianzas, pero, gracias a su iniciativa a la hora de organizar numerosos debates científicos y a su talento para las matemáticas, fue cosechando cierta fama y prestigio entre profesores y compañeros de estudio.

A los 21 años Mileva conoce a un joven estudiante de 17 años, que acababa de ingresar en el Politécnico. Este se convertiría en el futuro amor de Mileva y, con el paso de los años, en un veneno para ella, tanto en lo personal como en lo profesional. Su nombre era Albert Einstein.

Albert Einstein fue un compañero inseparable desde el principio. Tocaban juntos (él, el violín y ella, el piano), estudiaban, intercambiaban anotaciones e ideas... Mileva también se encargaba de introducirle en la vida social y, por otra parte, le ayudaba constantemente con las matemáticas. De hecho, en los apuntes de Einstein que se han investigado, se pueden ver las correcciones de Mileva a sus errores matemáticos.

Fruto de las investigaciones basadas en la cartas de Mileva<sup>1</sup> (las pocas que Albert Einstein o sus cronistas más fieles no destruyeron con posterioridad), se ha descubierto que esta sentía una gran pasión por conseguir la fundamentación matemática de la transformación de la materia en energía, base de la famosa teoría general de la relatividad que encumbró a Einstein.

Durante estos años, Mileva presenta su candidatura para la realización de la tesis doctoral al catedrático de Matemáticas y Física Técnica del Instituto Politécnico de Zurich, Heinrich Friedrich Weber. Este acepta la candidatura, habiendo rechazado previamente la de Albert Einstein por no poseer, según Weber, los conocimientos suficientes en la materia. Ante el empeño de Mileva en condicionar su propia participación a la aceptación de Albert, Weber acepta que ambos entraran a formar parte de su equipo investigador. Como señala Djurdjevic (2008), Mileva “había empezado a sacrificar su carrera por amor”. Mileva realizará su tesis doctoral y, años después, lo hará Albert.

En 1903 la pareja decide contraer matrimonio, ya que Einstein había encontrado trabajo en la Oficina de patentes.

En los años siguientes, Einstein y Mileva escribieron varios trabajos de investigación matemática, que ven la luz en el año 1905, gracias a su publicación en la revista *Annalen der Physik (Anales de la Física)*. El director de la publicación en esos años, el físico judío ruso Abraham Joffe afirma<sup>2</sup> que los trabajos llegaron firmados por “Einstein - Marity”. (“Marity” es la transliteración húngara del apellido serbio Maric, según la normativa vigente en el imperio Austro-Húngaro” (Djurdjevic, 2008).

---

1 Estas cartas fueron publicadas en *The Collected Papers of Albert Einstein*, un gran proyecto editorial, que se lleva a cabo gracias al apoyo económico de la Universidad Hebrea de Jerusalén, la Princeton University Press, y la colaboración de la Universidad de Boston. Se basa en más de 40.000 documentos originales y, hasta la fecha, se han publicado 12 volúmenes.

2 A. F. Joffe, “In remembrance of Albert Einstein”, *Uspekhi Fizicheskikh Nauk*, Volume 57, number 2, p. 187.

En 1909 ofrecen a Einstein una plaza de profesor en la Universidad Politécnica de Zurich, y debido a que él no contaba con tiempo, era su esposa la que le preparaba las clases, mientras tenía a su segundo hijo y llevaba la correspondencia de Einstein con otros científicos.

En los años venideros Einstein se distanció de Mileva y de sus hijos: no enviaba dinero y solo se pasaba por casa para recoger las clases que Mileva le preparaba. La crueldad de Einstein hacia su mujer iba en aumento. Djurdjevic (2008) nos presenta una carta a Mileva del 14 de abril de 1914<sup>3</sup>, donde Einstein se le dirige así:

“A. Tu debes velar por lo siguiente: 1. Que mi ropa esté limpia y en buen estado, 2. Que cada día esté servido con tres platos en mi habitación, 3. Que tanto mi dormitorio como mi habitación de trabajo estén siempre limpios y, especialmente, que mi escritorio esté solo a mi disposición. B. Tu renunciarás a toda relación personal conmigo, excepto cuando lo requieren los eventos sociales. Particularmente te prohíbo lo siguiente: que esperes cualquier muestra de afecto sobre mi [...]”

En los últimos años de su matrimonio llegó a comportarse como un tirano e incluso se mencionan ataques físicos hacia ella y los hijos, situación que se prolongó hasta 1919, cuando formalmente llegaron a divorciarse, tras la renuncia a sus hijos por parte de Albert.

Después del abandono de Einstein, la vida de Mileva giró en torno a la enfermedad, tanto física como mental, muriendo prácticamente en el olvido, tanto del mundo científico y académico como de su ex marido.

## Aportaciones

La aportación de Mileva a las matemáticas y más concretamente a la teoría de la relatividad, es difícil de comprobar, ya que los testimonios escritos han sido, cuando no destruidos, ocultados. Incluso algunas investigaciones afirman que la misteriosamente desaparecida tesis doctoral que Mileva presenta en el año 1901, desarrollaba precisamente las bases de un nuevo planteamiento de la teoría de la relatividad.

---

3 *The Collected Papers of Albert Einstein*, vol. 8, p. 44. Princeton University Press.1998.

Para ser más exactos, las aportaciones de Mileva a las matemáticas se convirtieron más bien en aportaciones al trabajo de Einstein, bien por las propias circunstancias, bien por la actitud que tomó Einstein, una vez su fama se extiende por Alemania y por el resto del mundo, invisibilizando el trabajo de su esposa.

No es hasta el año 1990, durante un Simposium sobre Einstein, cuando comienzan a ver la luz las contribuciones de Mileva a los trabajos publicados de Einstein. Es Evan Harris Walter quien apunta por primera vez, de una manera evidente y pública, la posibilidad de la apropiación por parte de Einstein de las aportaciones a la teoría de la relatividad hechas por su esposa Mileva.

Se conocen en primer lugar varios artículos, publicados en el año 1905 (conocido como *annus mirabilis* o año milagroso en la biografía de Einstein) en *Annalen der Physik* y firmados, como hemos dicho y según asegura el director de la publicación, por Mileva y Einstein. El nombre de uno de ellos es “Punto de vista heurístico concerniente a la emisión y la transformación de la luz” [efecto fotoeléctrico], refiriéndose a un nuevo concepto de la naturaleza de la luz y su interacción con la materia, estando formada (la luz) por partículas de energía.

Otro artículo publicado en ese mismo año es el que trata más concretamente de la teoría de la relatividad, titulado “Sobre la Electrodinámica de los cuerpos en movimiento”:

“El propósito del artículo de 1905, como su propio título indica, era desarrollar una electrodinámica de los cuerpos móviles fundamentada en las leyes de la electrodinámica de Maxwell para los cuerpos en reposo [...]” (Otero, s/f:1).

En este artículo se afirmaba que la teoría de la relatividad de Maxwell no era del todo completa, ya que conducía a asimetrías.

“Se sabe que cuando la electrodinámica de Maxwell (tal como se suele entender actualmente) se aplica a cuerpos en movimiento, aparecen asimetrías que no parecen estar en correspondencia con los fenómenos observados. Pensemos, por ejemplo, en la interacción electrodinámica entre un imán y un conductor. En este caso, el

fenómeno que se observa depende solamente del movimiento relativo entre el conductor y el imán, mientras que de acuerdo a la interpretación común se deben distinguir claramente dos casos muy diferentes, dependiendo de cuál de los dos cuerpos se mueva. Si se mueve el imán mientras que el conductor se encuentra en reposo, alrededor del imán aparece un campo eléctrico con cierto valor para su energía. Este campo eléctrico genera una corriente en el lugar donde se encuentre el conductor.

Pero si el imán está en reposo y el conductor se mueve, alrededor del imán no aparece ningún campo eléctrico sino que en el conductor se produce una fuerza electromotriz que en sí no corresponde a ninguna energía, pero da lugar a corrientes eléctricas que coinciden en magnitud y dirección con las del primer caso, suponiendo que el movimiento relativo es igual en cada uno de los casos bajo consideración.

Otros ejemplos de esta índole así como los intentos infructuosos para constatar un movimiento de la Tierra con respecto al medio de propagación de la luz, permiten suponer que no solamente en mecánica sino también en electrodinámica ninguna de las propiedades de los fenómenos corresponde al concepto de reposo absoluto. Más bien debemos suponer que para todos los sistemas de coordenadas, en los cuales son válidas las ecuaciones mecánicas, también tienen validez las mismas leyes electrodinámicas y ópticas, tal como ya se ha demostrado para las magnitudes de primer orden. Queremos llevar esta suposición (cuyo contenido sería llamado de ahora en adelante "principio de la relatividad") al nivel de hipótesis y además introducir una hipótesis adicional que solamente a primera vista parece ser incompatible con el principio de la relatividad. Dicha hipótesis adicional sostiene que la luz en el espacio vacío siempre se propaga con cierta velocidad  $V$  que no depende del estado de movimiento del emisor."<sup>4</sup>

Un tercer artículo, atribuido también a lo largo de la historia únicamente a Einstein es: "¿Depende la inercia de un cuerpo de su contenido de ener-

---

4 Extracto de una traducción literal del artículo "Zur Elektrodynamik bewegter Körper" (Sobre la Electrodinámica de los cuerpos en movimiento), cuya autoría aparece solo con el nombre de Albert Einstein, realizada por Hernando Quevedo (ICN – UNAM, 2005) disponible en: <http://jvr.freewebsite.org/TableOfContents/Volume6/Issue2/SobreLaElectrodinamicaDe-CuerposEnMovimiento.pdf>

gía?” En este artículo se mostraba una deducción de la fórmula de la relatividad, que relaciona masa y energía: “la variación de masa de un objeto

que emite una energía  $L$ , es:  $\frac{L}{V^2}$  .”

Esta fórmula implicaría que la energía  $E$  de un cuerpo en reposo es igual a su masa  $m$  multiplicada por la velocidad de la luz al cuadrado:

$$E = mc^2$$

Lo que se intenta demostrar en este artículo es que la masa contiene cierta energía, almacenada en la propia materia.

Mileva realizó un gran trabajo matemático. A lo largo del siglo XX las crónicas científicas y los avatares de su vida han ido forjando una historia que se ha convertido en oficial y ha sido repetida en numerosos foros científicos y matemáticos. Una historia sesgada, que ha adjudicado el absoluto protagonismo al varón y que ha invisibilizado el trabajo de la mujer, como en tantas otras ocasiones.

Aunque su reconocimiento haya podido llegar tarde, es importante destacar que cada vez más investigaciones le otorgan la importancia que merece y su nombre está presente dentro del grupo de grandes matemáticos y matemáticas del siglo XX.

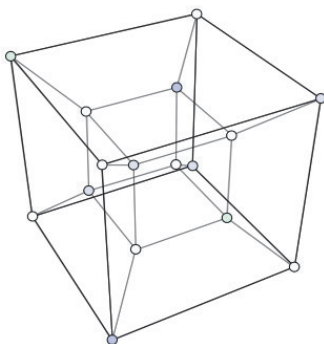
## Propuestas de ejercicios para el alumnado

### 1.- Para entender mejor la teoría de la relatividad

Si en física la cuarta dimensión está representada por el tiempo, en matemáticas este concepto es diferente.

En nuestro mundo perceptivo tan solo distinguimos tres dimensiones, largo, ancho y alto. La geometría proyectiva nos aproxima al concepto de cuarta dimensión.

Busca información sobre este tema y discute en grupo. Para ello es interesante que observes esta figura llamada hipercubo y que investigues cómo se obtiene.



### 2.- Este segundo ejercicio puede ser de utilidad para que el alumnado se cuestione la inmutabilidad de los principios científicos y la consideración de que estos sean un dogma de fe, con la moderación del profesorado.

Comenta la siguiente noticia dada por TVE el 18 de Noviembre de 2011:

Un nuevo experimento de los responsables del experimento OPERA mantiene la hipótesis de que **los neutrinos viajan más rápido que la luz**, un planteamiento que podría derrumbar la teoría de la relatividad desarrollada por Albert Einstein en 1905 y que sustenta el pensamiento moderno sobre cómo funciona el universo.







**Amalie Emmy Noether,**  
(1882-1935)

## Reformadora y precursora del Álgebra Moderna

Brillante matemática especialista en álgebra. Nació, creció y se formó en Alemania, pero cuando Hitler llegó al poder tuvo que emigrar a Estados Unidos: ella era una persona intelectual, pacifista, liberal y, además, judía.

Inició estudios en historia y lenguas modernas, pero finalmente se declinó por las matemáticas. Sus principales aportaciones suponen un legado de incalculable valor.

En 1918 propuso el conocido Teorema Noether, que se aplica a la física matemática. Asimismo, su nombre también va unido a otros conceptos como anillos noetherianos, grupos noetherianos, módulos noetherianos, espacios topológicos noetherianos, o la invariable Noether, entre otros.

## Su contexto

Amalie Emmy Noether descendía de una familia de matemáticos, por lo que, desde niña estuvo rodeada de las eminencias científicas más reconocidas. Esto le ayudó a recibir una buena educación y le permitió elaborar un currículum brillante, a pesar de los obstáculos que tuvo que sortear para ello. Fue expulsada de Alemania durante la dictadura nazi, por lo que tuvo que dejar de dar clases como profesora ayudante de matemáticas e irse a EEUU, a una universidad para mujeres de élite. En aquella época, el acceso a los consejos de las universidades estaba limitado a los hombres.

## Biografía

Amalie Emmy Noether nació el 23 de marzo de 1882 en Erlangen (Alemania), en un entorno familiar directamente relacionado con el mundo matemático. Era hija de Max Noether, un profesor experto en geometría algebraica, y de Ida Amalia Kaufmann. Ambos descendían de comerciantes judíos.

La educación básica en alemán, francés, inglés, piano y aritmética, la recibió en Höhere Töchter Schule. Fue una estudiante muy adelantada a su tiempo: con 18 años hablaba a la perfección inglés y francés, por lo que se matriculó en una escuela para mujeres (Ansbach), obteniendo una titulación de profesora de idiomas que la habilitaba para impartir clases en cualquier institución femenina.

Asistió como oyente a la Universidad de Erlangen<sup>1</sup>, donde su padre daba clases de matemáticas, y preparó el examen para ingresar en ella. De mil estudiantes matriculados, solo había dos mujeres.

La Teoría formal de los invariantes computacionales de Paul Gordan<sup>2</sup>, en Erlangen, fue el objeto de la tesis doctoral de Noether, que defendió en

---

1 "El Senado de la Universidad de Erlangen había declarado en 1898 que la admisión de mujeres estudiantes "destrozaría todo orden académico" (Jiménez, 2007:5).

2 Matemático alemán (1837-1912).

1907, logrando la calificación de cum laude. Gordan, su director de tesis, era amigo de su familia y de Félix Klein<sup>3</sup>, matemático alemán de la Universidad de Göttingen.

Emmy colaboraba con su padre impartiendo clases en el Instituto matemático de esta Universidad, pero no cobraba nada por ello. Félix Klein, junto con David Hilbert<sup>4</sup> y su equipo, la invitaron a trasladarse a la Universidad de Göttingen, que Emmy ya conocía porque en ella había estudiado un semestre. Gracias al apoyo recibido por parte de estos, en 1919 empezó a trabajar como profesora ayudante (pivatdozent<sup>5</sup>) en Göttingen. Fue en esta Universidad donde Emmy desarrolló sus mayores aportaciones.

El acceso de Adolf Hitler al poder con su gobierno fascista y antisemita, obligó a Emmy a abandonar Alemania y emigrar a Estados Unidos, ya que ella era judía.<sup>6</sup>

Al llegar a Estados Unidos, continuó con su carrera investigadora e impartió seminarios en el Instituto de Altos Estudios Princeton, donde trabajó con Albert Einstein e introdujo elementos algebraicos básicos para la Teoría de la relatividad. También fue invitada a dar clases en la Universidad privada y elitista, para mujeres, de Bryn Mawr, en Filadelfia, Pensilvania.

Emmy no obtuvo pleno reconocimiento de su trabajo hasta 1932, durante el Congreso Internacional matemático<sup>7</sup>, celebrado en Suiza.

Noether ejerció una enorme influencia sobre su alumnado<sup>8</sup>. Organizaba tertulias en su casa, les invitaba a profundizar sobre diferentes temas ma-

---

3 (1849-1925). Elaboró el "programa de Erlangen", que clasificó la geometría otorgando al concepto de grupo un carácter fundamental.

4 Reconocido matemático (1862-1943), fundador de la Teoría de la Demostración, la Lógica matemática y de la distinción entre matemáticas y metamatemáticas.

5 Catedrático no titular.

6 En abril de 1933 Noether recibió una notificación del Ministerio Prusiano de Ciencias, Arte y Educación pública que le comunicaba que "En base al párrafo 3 del Código del Servicio Civil del 7 de abril de 1933, por la presente le retiro el derecho de enseñar en la Universidad de Gotinga." [Kimberling, 1981, 1981: 28-29].

7 International Mathematical Congress in Zürich.

8 A modo de ejemplo, L. van derWaerden, fue un destacado alumno suyo, adepto a sus teorías.

temáticos, y les sugería temas de estudio, lo que favoreció la difusión de sus publicaciones.

Muchos de esos alumnos y alumnas se convirtieron en discípulos suyos: “los chicos de Noether” como se les conocía en Göttinguen, o “las chicas de Noether”, en la Universidad para mujeres Bryn Mawr.

Sus contribuciones en Geometría algebraica son indiscutibles, a pesar de que no le gustaba mucho publicar, y de haber quedado gran parte de su trabajo repartido en aportaciones de otras personas.

Falleció el 14 de abril de 1935, a consecuencia de un tumor, con 53 años de edad.

A Emmy se la discriminó por razón de ser mujer. Fue una algebrista con un intachable currículum, no obstante, no tuvo acceso a un puesto de trabajo acorde a sus méritos profesionales ni en la universidad alemana ni en la estadounidense, y ello, única y exclusivamente, por el hecho de ser una mujer.

## Aportaciones

Sus diversas aportaciones en el álgebra conmutativa, álgebra abstracta y álgebra no conmutativa, influyeron en el trabajo de los matemáticos más reconocidos de la época y posteriores, por su incalculable valor.

Distinguiremos en la vida de Emmy, tres grandes etapas en las que desarrolló su obra:

Una primera etapa, en la Universidad de Erlangen, entre los años 1882 y 1915, donde leyó su tesis doctoral, titulada *Sistemas completos de invariantes para formas ternarias bicuadráticas*, que publicó en 1908 en la revista científica *Mathematische Annalen*, bajo la tutela de Paul Gordan.

Ernst Fischer<sup>9</sup> sustituyó a Gordan cuando este abandonó la docencia y fue quien introdujo a Emmy en el estudio de la obra de David Hilbert. En ella se basó para publicar artículos sobre su metodología aplicada a objetos matemáticos, como los cuerpos de funciones racionales y la teoría de los invariantes de grupos finitos. Con Fischer mantuvo correspondencia en la que discutían impresiones sobre álgebra abstracta (Kimberling, 1981: 11-12).

En una segunda etapa, destacamos sus aportaciones en la Universidad de Göttingen entre los años 1915 a 1932, junto a Félix Klein, David Hilbert<sup>10</sup> y su equipo de trabajo. Allí elaboró su tesis de habilitación en 1918, sobre invariantes algebraicos, “Variationsprobleme” que impactó directamente en el mundo del álgebra abstracta. Este trabajo describe grupos de simetrías y establece la relación que existe entre cada uno de estos grupos con las leyes de conservación de la energía en el sistema que corresponda. La “variationsprobleme” dio lugar a dos demostraciones de teoremas elementales para la Teoría de la Relatividad, que permitieron resolver los fallos en que incurría el Teorema de la conservación de la energía, relacionando la simetría con las leyes físicas de conservación de esta.

Estos dos teoremas dieron lugar al Teorema que lleva su nombre, Teorema Noether, básico en álgebra abstracta y utilizado en mecánica y teoría de campos, que relaciona el álgebra y el análisis. Tapia (2002:57) lo explica así:

[...] Este teorema se basa en las propiedades de invariancia del lagrangiano de un sistema, bajo la acción de ciertas transformaciones llamadas simetrías. A las leyes de conservación a las que obedece dicho sistema les llama también “principios” porque rigen en todas las leyes de la naturaleza gobernadas por lagrangianos invariantes bajo el mismo grupo de transformaciones. Así ocurre con el principio de conservación de la energía, o el principio de conservación de la cantidad de movimiento o impulso de los cuerpos o el principio de conservación del momento angular... El teorema de Noether expresa, de manera

---

9 Matemático (1875-1954), también mentor de Emmy Noether.

10 Ante el rechazo de miembros de la Universidad sobre el acceso de las mujeres a la docencia, Hilbert dijo en una ocasión “No veo por qué el sexo de un candidato tiene que ser un argumento en contra de su admisión como Privatdozent. A fin de cuentas, la junta directiva no es un baño público.” (Soria, 2009:55).

general, que si al principio de una reacción se cuenta con cierto número de entidades (cargas, bariones, leptones), al final se encontrará el mismo número de entidades [...]"

En 1921 publicó un artículo sobre la Teoría de ideales en anillos, "Idealtheorie in Ringbereichen", en el que introdujo el concepto de Anillo noetheriano, y distingue entre los anillos conmutativos y los no conmutativos. En 1924, publicó "*Construcción abstracta de la Teoría de ideales en el dominio del cuerpo de los números algebraicos*".

El álgebra moderna trabaja las operaciones algebraicas y estructuras algebraicas pero, para poder entender el trabajo de Emmy, deberíamos analizar detenidamente una serie de conceptos y teorías que influyeron notablemente en sus aportaciones, por ejemplo, a qué se llama grupo y anillo conmutativo en álgebra:

- Un grupo, es un conjunto  $(A)$ , con una operación (por ejemplo la suma, la multiplicación...) tal que cuando se combinan dos o más elementos del conjunto mediante esa operación vuelve a dar un elemento del conjunto. Además, la operación ha de ser asociativa, tener elemento neutro e inverso. Si la operación es conmutativa se dice que el grupo es conmutativo.

- Un anillo es una estructura algebraica formada por un conjunto  $(A)$ , y dos operaciones, por ejemplo suma y producto, tal que  $(A, +, \times)$  cumple las siguientes propiedades:

- 1.- Para la suma  $(A)$  es un grupo conmutativo con elemento neutro (que designamos 0).

- 2.- El producto es asociativo y tiene la propiedad distributiva respecto de la suma. Si el producto es conmutativo diremos que es conmutativo y si el anillo posee un elemento neutro para el producto, lo llamaremos anillo con unidad (al que designaremos 1).

Su mayor contribución a las matemáticas es, sin duda, la aplicación de los invariantes a la geometría algebraica, axiomatización, y el desarrollo de la teoría algebraica de anillos, módulos, ideales, grupos con operadores etc., que son la base del álgebra moderna.

Ella unificó la Filosofía de la matemática, las invariables, y la simetría de ecuaciones. También facilitó el razonamiento sobre conceptos algebraicos.

Además de los anillos noetherianos, son muchos los otros conceptos matemáticos que llevan su nombre, como la invariable noether, los grupos noetherianos<sup>11</sup>, los módulos noetherianos, o los espacios topológicos noetherianos, entre otros. Asimismo, el Teorema del homomorfismo y el isomorfismo, condición de cadena ascendente y descendente para grupos e ideales, o noción de grupos con operadores, son también conceptos introducidos por ella.

Noether publicó *Álgebras no conmutativas*<sup>12</sup> en 1933, en la revista *Mathematische Zeitschrift*.

La tercera y última etapa de su vida, de 1933 a 1935, la pasó en EEUU, donde trabajó con Einstein en la consolidación algebraica de la Teoría de la relatividad, a partir de la teoría de los invariantes.

Sus trabajos han sido reconocidos mundialmente como fundamentales por las eminencias matemáticas más competentes del siglo XX. Citaremos algunos a modo de ejemplo.

Einstein publicó un artículo en el *New York Times* un mes después del fallecimiento de Emmy Noether, en el que decía lo siguiente.

“Descubrió métodos sobre álgebra, que han resultado de enorme importancia en el desarrollo de la actual generación de matemáticos” (Einstein, 1 de mayo 1935).

A pesar de su genialidad, resulta difícil encontrar datos sobre ella en los libros de Historia Matemática.

“Quizás muchas de nosotras y nosotros sabemos que la teoría de la relatividad se debe a Albert Einstein, sin la cual no se hubiera desarrollado la energía atómica, pero pocas personas saben que sin Emmy Noether esta teoría no hubiera existido” (Cervantes, 2005:1).

---

11 Esta teoría relaciona las propiedades de ecuaciones, los números algebraicos y los grupos.

12 *Nichtkommutative Algebraeb.*

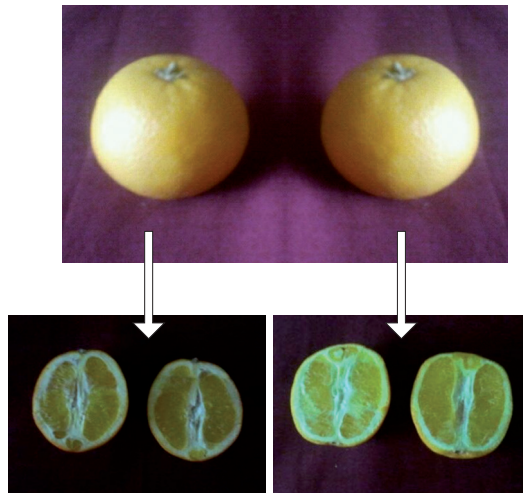
Como curiosidad, hubo quien se refirió a ella utilizando el artículo nominativo masculino singular en alemán, “der Noether” que significa “el Noether”, como apelativo cariñoso, y su amigo Aleksandrov, en la Sociedad Matemática de Moscú, dijo de ella que “fue la más grande de las mujeres matemáticas, una gran científica, magnífica profesora y una inolvidable persona” (Jiménez 2007:15).



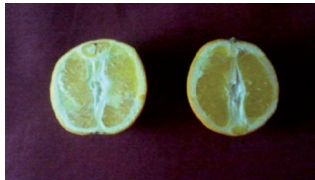
## Propuestas de ejercicios para el alumnado

- 1.- Cuando se trabaje en el aula con figuras y cuerpos geométricos, se explicará la simetría en poliedros y cuerpos redondos, se hablará de ejes de simetría y de planos de simetría. Se pueden trabajar, con este ejercicio, los movimientos propios y los impropios, “El espacio ocupado por un cuerpo sin simetría bilateral no puede ser ocupado por su imagen en el espejo”<sup>13</sup>, tal como sucede con las naranjas.

Observa las dos naranjas siguientes:



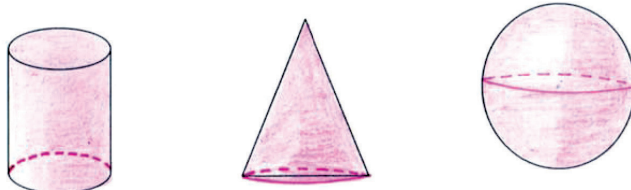
Examina la siguiente imagen:



¿Son dos mitades de la misma naranja?

<sup>13</sup> (Nomdedeu, pag 50).

2.- Representa un eje y un plano de simetría, sobre el cilindro, el cono y la esfera siguientes:



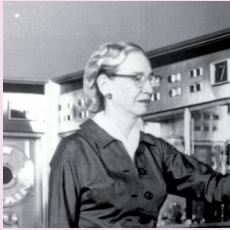
- a) ¿Es posible trazar otros ejes de simetría?
- b) ¿Es posible trazar otros planos de simetría?

3.- Ejercicios para reflexionar en grupo:

- a) ¿Cuál de estos conjuntos crees que será grupo para la suma, el conjunto de los números naturales  $N$ , o el de los enteros  $Z$ ? ¿Sabrías decir si para la multiplicación y la adición, el conjunto de los enteros es un anillo?
- b) En geometría son muy importantes los grupos de simetrías. Un grupo de simetrías es un grupo de operaciones o transformaciones geométricas que deja invariante algún cuerpo geométrico.

Busca los 8 movimientos en el plano que puedas realizar a un cuadrado de forma que vuelva a coincidir consigo mismo. Discute con tus compañeros y compañeras por qué se dice que el conjunto de estos movimientos forma un grupo.

Atención: el movimiento identidad ( $I$ ), es decir, dejar la figura como está, aunque no lo parezca, es un movimiento, lo mismo que multiplicar por 1 también es multiplicar.



**Grace Murray,**  
(1908-1992)

## El lenguaje de programación

Grace Murray fue una mujer pionera tanto en el mundo de la investigación matemática como en el hecho de ser de las primeras mujeres que hizo carrera militar, con más de cuarenta años de servicio. Su logro más importante fue crear el primer sistema que adaptó el lenguaje de programación al lenguaje de las máquinas informáticas.

## Su contexto

Grace nace en Nueva York (EE.UU) en el año 1906. La familia de Grace tenía una larga trayectoria militar, por lo que ella siempre se mostró ilusionada por pertenecer al ejército americano, participando en conflictos armados en su edad adulta y teniendo al final de sus días una de las carreras militares más largas en la historia de EE.UU.

Desde muy pequeña destacó por tener aptitudes para el estudio de las ciencias y, con el apoyo de su abuelo y de su padre, estudió física y matemáticas con un notable éxito. En este sentido cabe destacar la posición que adoptó el padre, el cual quería dar las mismas oportunidades a sus hijas que a su hijo, por lo que motiva a Grace para que estudie y llegue a la Universidad.

## Biografía

Hasta 1924 estudia en varias escuelas privadas para mujeres para ingresar después en el Vassar College de Nueva York, donde estudió matemáticas y física, graduándose con honores cuatro años más tarde.

Durante su estancia en Vassar ejerció como tutora de numerosos alumnos en matemáticas y física, lo que le hizo pensar en trabajar como docente en la universidad en un futuro. Grace se inspiró en Gertrude Smith y Henry Seely White, profesores en la Universidad de Vassar.

Tras su graduación en Vassar en 1928, y gracias a una beca de la propia Universidad de Vassar, Grace se va a estudiar a la Universidad de Yale, donde muestra interés por disciplinas de conocimiento muy diversas como la astronomía, geología, filosofía... e incluso se forma en diversos idiomas. En 1930 contrae matrimonio con Vincent Foster Hopper y se gradúa en Yale, obteniendo su doctorado en 1934. En los años posteriores Grace regresará a Vassar, aunque esta vez como profesora.

Su larga tradición familiar en el ejército la empuja a incorporarse en el año 1943 a la WAVES (siglas en inglés de "Mujeres Aceptadas para el Servicio Voluntario de Emergencia"), una división de la marina estadounidense integrada exclusivamente por mujeres.

Durante la segunda guerra mundial Grace forma parte de las tropas navales y adquiere el rango de teniente. El comandante Howard Aiken, que dirigía por aquel entonces un proyecto de computación (Mark I), envía a Grace a Harvard para trabajar en él.



Mark I. Imagen procedente de [www.ibm.com](http://www.ibm.com)

## Aportaciones

En 1949 Grace empieza a trabajar en la Eckert-Mauchly Corporation, realizando numerosas aportaciones, sobre todo en el plano de la programación informática.

A continuación trabajó en el Mark II, que tenía el objetivo de crear una supercomputadora digital automática, sucesora del primer proyecto.

Tras la segunda guerra mundial, Grace trabajó para UNIVAC, la primera supercomputadora que se distribuiría comercialmente en EE.UU. El UNIVAC era una computadora que procesaba los dígitos en serie y registraba los datos en cintas magnéticas. Ocupaba una superficie de 25 m<sup>2</sup>. Su procesador utilizaba 5 mil válvulas, pesaba 16.000 libras (7.257 kg. aproximadamente) y era capaz de realizar 8.333 adiciones o 555 multiplicaciones por segundo.

En el año 1952 Grace creó el primer compilador de la historia (A-0), un programa que permitió a los programadores adaptar su lenguaje de programación a un lenguaje propio de la máquina computadora, es decir, traducir el código informático en código de máquina. A este primer compilador seguiría el B-0 (Flow-Matic), usado en el cálculo de nóminas. La compilación es enormemente útil en informática. Un programa de lenguaje avanzado trabaja con instrucciones complejas que, tras la compilación, se traducen en N operaciones básicas.

Con el tiempo, estos primeros pasos desembocaron en el famoso lenguaje COBOL (siglas en inglés de Lenguaje Común Orientado a los Negocios), un lenguaje de programación universal, caracterizado por su seguridad y fiabilidad, por lo que aún en nuestros días se sigue demandando en entornos que priman la seguridad en sus datos por encima de todo, como por ejemplo en el sector financiero, y más concretamente en las oficinas bancarias. Grace estaba en el comité que dirigió la investigación y creación de este lenguaje. En sus comienzos fue utilizado en grandes empresas para automatizar el sistema de nóminas y facturación. Ante el éxito de este nuevo lenguaje informático, la armada estadounidense solicitó la presencia de Grace con el fin de estandarizar para ella el lenguaje COBOL. Este lenguaje, aunque se ha visto superado por otros lenguajes más avanzados como el Java, PHP o el C++ entre otros, aún se sigue empleando en muchas empresas.

Una curiosidad que se le atribuye a Grace es la acuñación del vocablo “bug” (bicho), que hoy en día se utiliza para denominar los errores en las computadoras y que surgió a raíz de que Grace localizara una pequeña mariposa en la computadora del proyecto Mark II y que producía diversos errores de funcionamiento.

## Propuestas de ejercicios para el alumnado

### 1.- Investiga:

- ¿Cuáles son los principales lenguajes de programación? ¿Cuál es el que utiliza tu equipo?
- Busca información sobre el UNIVAC. Haz un resumen reflexionando sobre la evolución de los ordenadores y la tecnología en general en menos de un siglo.
- ¿Cuántas mujeres policías, militares, guardias civiles... conoces? Investiga desde cuándo en España las mujeres pueden acceder a los cuerpos de seguridad del estado.

### 2.- El lenguaje de máquina (o lenguaje de procesador) utiliza el código 0–1 ¿Sabes qué nombre recibe comúnmente este sistema?

### 3.- Contesta a las siguientes cuestiones:

¿Qué es un sistema de numeración?

¿Cuáles son las características de nuestro sistema de numeración decimal?

¿Qué sistemas de numeración conoces?

¿Sabrías transformar el número 77, escrito en notación decimal, en otro número que indique la misma cantidad, pero utilizando solo ceros y unos?

¿Cómo escribirías el número 1010010 en numeración decimal?

## Otras mujeres matemáticas

Además, queremos dejar constancia de otras mujeres que han tenido y tienen una importante actividad en el campo de las matemáticas, entre ellas, algunas españolas:

Sofia Alexadrovna Neimark (1896-1966)

Mary Lucy Cartwright (1900-1998)

Emma Castelnuovo (1914-)

Griselda Pascual (1926-2001)

Maria Josefa Wonenburguer (1927-)

Argelia Vélez Rodríguez (1936-)

Edna Paisano (1948-)

Fan Cheng (1949-)

Teresa Riera (1950-)

Marta Sanz-Solé, presidenta de la Asociación europea de matemáticas para el período 2011-2014.



Lecturas complementarias

Bibliografía

Páginas web

Recursos multimedia

$$G(u) = \prod_{k=1}^{\mu} G(u) + u \prod_{k=1}^{\mu} G_0(u), \quad u(\lambda) G(\lambda) \left( \frac{\partial \Phi}{\partial \lambda} \right) + (\mu - \mu_0) \left( \frac{\partial \Phi}{\partial \lambda} \right) + (\lambda - \lambda_0) \left( \frac{\partial \Phi}{\partial \lambda} \right) + (\mu - \mu_0) \left( \frac{\partial \Phi}{\partial \lambda} \right)$$

## Lecturas complementarias

- 01 - Sobre Theano
- 02 - Hipatia la primera científica de Occidente
- 03 - Sobre Emilie de Châtelet
- 04 - Carta de Gauss a Sophie Germain
- 05 - Carta Mary Somerville - Ada Byron
- 06 - Correspondencia Profesor Morgan y Lady Byron
- 07 - Sobre - F. Nigtinguele-Attewell (2000)
- 08 - Sobre Sofía Kovalevkaya
- 09 - Sobre Grace Chisholm Young - Biografía matemática
- 10 - Mileva Einstein-Maric, hacia la recuperación de la memoria científica
- 11 - Sobre María Gaetana Agnesi  
TEXTO SOBRE GAETANA DE UNA REVISTA CIENTÍFICA
- 12 - Cuento 'Entre Magda y Mileva' de Rosario Nomdedeu Moreno

## Bibliografía

- ALIC, Margaret.** 2005. *El legado de Hipatia: historia de las mujeres en la ciencia desde la Antigüedad hasta fines del siglo XIX*. México. Siglo XXI.
- AMARO CANO, María del Carmen.** 2004. "Florence Nightingale, la primera gran teórica de enfermería". En *Revista Cubana de Enfermería*, vol. 20, nº 3, septiembre-diciembre, 2004. Recuperado el 15 de diciembre de 2011, de [http://www.bvs.sld.cu/revistas/enf/vol20\\_3\\_04/enf09304.htm#autor](http://www.bvs.sld.cu/revistas/enf/vol20_3_04/enf09304.htm#autor)
- ATTEWELL, Alex.** 2000. "Florence Nightingale" (1820-1910). En sitio web UNESCO. Oficina Internacional de Educación. Recuperado el 19 de noviembre de 2011, de <http://www.ibe.unesco.org/publications/ThinkersPdf/nightins.PDF>
- AZNAR Enrique R.** 2007. "Emmy Amalie Noether. Matemática. (Erlangen, Alemania, 1882-Bryn Mawr, EE UU, 1935)". En sitio web del Departamento de Álgebra de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Granada. Recuperado el 24 de agosto de 2011, de [http://www.ugr.es/~eaznar/emmy\\_noether.htm](http://www.ugr.es/~eaznar/emmy_noether.htm)
- BERRÓN LARA, Virginia.** 2007. "Augusta Ada King, Condesa de Lovelace". En *Revista Digital Matemáticas, Educación e Internet*, Vol. VIII, nº 2. Recuperado el 30 de agosto de 2011, de [http://berron.info/Augusta\\_Ada\\_King.pdf](http://berron.info/Augusta_Ada_King.pdf)
- BLAYA, J.A y EGEEA, M. Dolores.** s/f. "Mujeres matemáticas". En Departamento de Matemáticas de la Universidad de Murcia. Recuperado el 1 de diciembre de 2011, de [www.um.es/docencia/pherrero/mathis/mujeres/mujer.htm](http://www.um.es/docencia/pherrero/mathis/mujeres/mujer.htm)
- BOIX, Montserrat.** "Mujeres en red. La historia de las mujeres, todavía una asignatura pendiente". Recuperado el 15 de diciembre de 2011, de <http://www.mujeresenred.net/spip.php?article272>
- BORREGO DEL PINO, Silvia.** 2008. "Estadística descriptiva e inferencial". En *Revista digital Innovación y experiencias educativas*, nº 13. Granada. Recuperado el 29 de diciembre de 2011, de [http://www.csi-csif.es/andalucia/modules/mod\\_ense/revista/pdf/Numero\\_13/SILVIA\\_BORREGO\\_2.pdf](http://www.csi-csif.es/andalucia/modules/mod_ense/revista/pdf/Numero_13/SILVIA_BORREGO_2.pdf)
- CASTRO, Encarnación.** 2005. "Mujeres Matemáticas en la Historia de Occidente. Lección inaugural". En Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Granada. Recuperado el 13 de diciembre de 2011 de <http://www.uco.es/~ma1mamaa/GIHEM/documentos/MujeresyMatematicas.pdf>

**CERVANTES, Erika.** 2005. "Hacedoras de la Historia. Cimacnoticias. Emmy Noether". En sitio web Periodismo con perspectiva de género. Recuperado el 11 de Noviembre 2011, de <http://cimacnoticias.com.mx/node/38566>

**CONTRERAS GONZÁLEZ, Martha Elba.** 2002. "Florence Nightingale". En sitio web de Escuela primaria Bartolomé de Medina. Recuperado el 21 de noviembre de 2011 de [http://redescolar.ilce.edu.mx/publicaciones/publi\\_que-paso/florence-nightingale.htm](http://redescolar.ilce.edu.mx/publicaciones/publi_que-paso/florence-nightingale.htm)

**CORCOBADO, J. L.** 1989. *Matemáticas II COU*. Edición autoeditada. Cáceres. ISBN 84-404-4736-1

**CORRALES RODRIGÁNEZ, Capi.** 2003. "Matemáticas y matemáticos: vida y obra de Emmy Noether". En sitio web del Departamento de Matemáticas de la Universidad Complutense de Madrid. Recuperado el 5 de noviembre 2011, de <http://www.mat.ucm.es/~ccorrale/pdfs/noether-01.pdf>

**DIEZ BAÑOS, Aurora.** 2011. "Mujeres en la Biblioteca de Historia. Maria Gaetana Agnesi". Recuperado el 15 de octubre de 2011, de [www.ucm.es/BUCM/blogs/Foliocomplutense/3316.php](http://www.ucm.es/BUCM/blogs/Foliocomplutense/3316.php)

**DJURDJEVIC, María.** 2008. "Mileva Einstein-Maric (1875-1998): Hacia la recuperación de la memoria científica". En *Brocar*, 32. pp. 253-274. Recuperado el 15 de noviembre, de [http://dialnet.unirioja.es/servlet/fichero\\_articulo?codigo=3600472](http://dialnet.unirioja.es/servlet/fichero_articulo?codigo=3600472)

**EINSTEIN, Albert.** 1905a. "Sobre la electrodinámica de cuerpos en movimiento". En *Annalen der Physik*. Hernando Quevedo (trad.). Recuperado el 2 de diciembre de 2011, de <http://jvr.freewebpage.org/TableOfContents/Volume6/Issue2/SobreLaElectrodinamicaDeCuerposEnMovimiento.pdf>

- 1905b: "¿Depende la inercia de un cuerpo de su contenido de energía?" En *Annalen der Physik*. Hernando Quevedo (trad.). Recuperado el 2 de diciembre de 2011, de <http://jvr.freewebpage.org/TableOfContents/Volume6/Issue2/DependeLaInerciaDeUnCuerpoDeSuContenidoDeEnergia.pdf>

**ESCANDÓN MARTÍNEZ, Covadonga.** s/f. "Biografía de Mary Somerville". En sitio web Astroseti. Historia de las matemáticas. Recuperado el 25 de octubre de 2011, de <http://www.astroseti.org/articulo/3495/>

**FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ, Santiago et al.** 2008. *El rostro humano de las matemáticas*. Madrid. Nivola libros y ediciones.

**FERNÁNDEZ GORDILLO, Juan Carlos.** 2010. “Matemáticas de Bachillerato”. Recuperado el 12 de diciembre de 2011, de <http://www.vitutor.com/bac.html>

**FERREIROS, José y DURÁN, Antonio (eds).** 2003. *Matemáticas y matemáticos*. Sevilla. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla.

**FIGUEIRAS OCAÑA, Lourdes, et al.** 1998. *El juego de Ada: matemáticas en las matemáticas*. Armilla (Granada). Proyecto Sur.

**GALDO GRACIA, Jose María (coord.)** 2008. *Mujeres científicas. Una Mirada al otro lado*. Gobierno de Aragón. Zaragoza. Estylo Digital.

**GARCÍA, Rebeca (dir.)**. 1996. “La mujer en las matemáticas y las ciencias de cómputos”. En sitio web del Departamento de matemáticas de la Universidad de Humacao. Recuperado el 28 de octubre de 2011, de <http://mate.uprh.edu/museo/mujeres/>

**GRINSTEIN LOUISE, S. y CAMPBELL, Paul J. (Eds.)**. 1987. *Women of Mathematics*. New York. Greenwood Press

**HEREDERO DE PEDRO, Carmen y MUÑOZ HERNÁNDEZ, Esther (Dir. y Coord.)**. 2007. *Incorporemos el lila al currículo educativo: Las mujeres también cuentan. VI Encuentros de las Secretarías de la Mujer*. Madrid. Federación de Enseñanza de CCOO.

**I.E.S. “LUNA DE LA SIERRA-ADAMUZ**. “La mujer, innovadora en la ciencia. Grace Chisholm Young”. Recuperado el 22 de diciembre de 2011, de <http://matematicas.lunadelasierra.org/mujeres/exposicion/grace-chisholm-young/>

**INSTITUTO DE TECNOLOGÍAS EDUCATIVAS**. s/f “Phi, el número de oro”. Recuperado el 5 de diciembre de 2011, de <http://ntic.educacion.es/w3/eos/MaterialesEducativos/secundaria/matematicas/phi/marcoprincipal.htm>

**INSTITUTO DE LA MUJER**. 2008. *Las mujeres en cifras, 1983-2008: 25 aniversario*. Instituto de la Mujer. Madrid.

**INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA**. 2001. “Dos siglos de gráficos estadísticos, 1750–1950. Tercera etapa: 1851-1900: Florence Nightingale (1820-1910)”. Recuperado el 20 de noviembre de 2011, de [http://www.ine.es/expo\\_graficos2010/expogra\\_autor4.htm](http://www.ine.es/expo_graficos2010/expogra_autor4.htm)

**INZUNZA, J.** s/f. "Cap.9 Ley de Gravitación Universal". En sitio web de la Universidad de Concepción. Chile. Recuperado el día 15 de noviembre de 2011, de [www2.udec.cl/~jinzunza/fisica/cap9.pdf](http://www2.udec.cl/~jinzunza/fisica/cap9.pdf)

**JAMES, I.M.** 2002. *Remarkable mathematicians: from Euler to von Neumann*. Washington, D.C. Mathematical Association of America; Cambridge, UK; New York. Cambridge University Press.

**JIMÉNEZ LISTÓN, Noelia.** 2007. "La madre del álgebra moderna: Emmy Noether". En sitio web del Departamento de Matemáticas de la Universidad Autónoma de Madrid Recuperado el 24 de agosto de 2011, de [http://www.uam.es/personal\\_pdi/ciencias/barcelo/historia/Emmy%20Noether.pdf](http://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/barcelo/historia/Emmy%20Noether.pdf)

**JUNTA DE ANDALUCÍA.** s/f. "Refuerza y amplía tus matemáticas". Recuperado el 02 de diciembre de 2011, de [http://www.juntadeandalucia.es/averroes/recursos\\_informaticos/andared02/refuerzo\\_matematicas/indicemate.htm](http://www.juntadeandalucia.es/averroes/recursos_informaticos/andared02/refuerzo_matematicas/indicemate.htm)

**KANEKO PÉREZ, Yoko Cristina y CASTRO ORSOLICH, Laura.** 2006. "Las mujeres en el mundo de las Matemáticas: Siglos XIX y XX". En sitio web de la Universidad Autónoma de Madrid. Recuperado el 12 de noviembre de 2011, de [http://www.uam.es/personal\\_pdi/ciencias/ezuazua/informweb/trabajosde-historia/LasmujeresenelmundodelasmaticasSXIXyXX.doc](http://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/ezuazua/informweb/trabajosde-historia/LasmujeresenelmundodelasmaticasSXIXyXX.doc)

**KIMBERLING, Clark.** 1972. "Emmy Noether". En *American Mathematical Monthly*, nº 79, pp, 136-149.

- 1981. "Emmy Noether". En BREWER, JAMES, W y SMITH, Marta. K. (Eds.). *Emmy Noether, A Tribute to Her Life and Work*, cap. 1, pp. 1-61. New York. M. Dekker.

- 1982. "Emmy Noether, greatest woman mathematician". En *Mathematics Teacher*, nº 75, pp. 53-57.

**KIRK, C. S, RAVEN J. E y SCHOFIELD, M.** 2008. *Los filósofos presocráticos. Historia crítica con selección de textos*. Versión española de Jesús García Fernández. Madrid. Gredos.

**LADIOS MARTÍN, Mireia.** 2005. "El legado de Nightingale". En *e-ducare21: Revista electrónica de formación enfermera*, nº 22. Recuperado el 12 de noviembre de 2011, de [http://www.enfermeria21.com/pfw\\_files/cma/revistas/Educare21/2005/22/aprendiendo2.pdf](http://www.enfermeria21.com/pfw_files/cma/revistas/Educare21/2005/22/aprendiendo2.pdf)

**LOVELESS WALDRON, Wendy.** 2007. "Augusta Ada Byron Lovelace". En sitio web *Loveless & Lovelace Family*. Recuperado el 13 de diciembre de 2011, <http://homepages.rootsweb.ancestry.com/~lovelace/adabyron.htm>

**LOZANO CÁMARA, Jorge Juan.** 2004. "Sufragismo y feminismo". En *Revista digital de Historia y Ciencias Sociales*. Recuperado el 30 de agosto de 2011, de <http://www.claseshistoria.com/movimientossociales/m-sufragismo.htm>

**MALLAVIBARRENA, Raquel.** s/f. "Emmy Noether: Una contribución extraordinaria y generosa al establecimiento de la geometría algebraica". En sitio web de la Facultat de Matemàtiques i Estadística de la Universitat Politècnica de Catalunya. Recuperado el 7 de noviembre 2011, de <http://www.fme.upc.edu/arxius/butlleti-digital/noether/VolNoether-Mallavibarrena.pdf>

**MADRID, Mercedes.** 1999. *La misoginia en Grecia*. Madrid. Cátedra.

**MARTÍNEZ, Celia.** 2009. *Hipatia*. Madrid. La Esfera.

**MCGRAYNE, Sharon Bertsch.** 1993. *Nobel Prize Women in Science, Their Lives, Struggles and Momentous Discoveries*. New York: Carol Publishing Group.

**MÍNGUEZ LOPERA, Noemí.** 2009. "Coeducar desde las Matemáticas". En *Revista Digital Innovación y Experiencias Educativas*, nº 17, Recuperado el 30 de noviembre de 2011, de [http://www.csi-csif.es/andalucia/modules/mod\\_ense/revista/pdf/Numero\\_17/NOEMI\\_MINGUEZ\\_LOPERA\\_1.pdf](http://www.csi-csif.es/andalucia/modules/mod_ense/revista/pdf/Numero_17/NOEMI_MINGUEZ_LOPERA_1.pdf)

**MOLERO APARICIO, María y SALVADOR ALCAIDE, Adela.** s/f "Châtelet, Madame de (1706-1749)" En sitio web del Centro Virtual de Divulgación de las Matemáticas. Recuperado el 20 de diciembre de 2011 de [http://divulgamat2.ehu.es/divulgamat15/index.php?option=com\\_content&view=article&id=3331%3AChlet-madame-de-1706-1749&catid=37%3AAbiograf-de-matemcos-ilustres&directory=67&showall=1](http://divulgamat2.ehu.es/divulgamat15/index.php?option=com_content&view=article&id=3331%3AChlet-madame-de-1706-1749&catid=37%3AAbiograf-de-matemcos-ilustres&directory=67&showall=1)

**NIGHTINGALE, Florence.** 2008. *Notas sobre enfermería. Qué es y qué no es*. Barcelona: Elsevier Masson.

**NOMDEDEU MORENO, Rosario.** 1998. "Cuento: Entre Magda y Mileva" de *Revista didáctica de las matemáticas*, vol. 36, pp. 11-24. <http://www.sinewton.org/numeros/numeros/36/Articulo03.pdf>

- 2000. *Mujeres, Manzanas y Matemáticas: entretejidas*. Madrid: Nivola libros y ediciones S.L.

- 2004. *Sofía, la lucha por saber de una mujer rusa*. Madrid. Nivola libros y ediciones S.L.

**OCAÑA, Juan Carlos**. 2003. "Sufragismo y feminismo: la lucha por los derechos de la mujer 1789-1945". Recuperado el 1 de noviembre de 2011, de [www.historiasiglo20.org/sufragismo/index.htm](http://www.historiasiglo20.org/sufragismo/index.htm)

**OTERO CARVAJAL, Luis Enrique**. "Einstein y La Teoría Especial de la Relatividad. La Abolición del Espacio y el Tiempo Absolutos" En sitio web de la Universidad Complutense de Madrid. Recuperado el 20 de noviembre de 2011, de <http://www.ucm.es/info/hcontemp/leoc/Einstein%20y%20la%20relatividad%20especial.pdf>

**PÉREZ GONZÁLEZ, Kilian** s/f. "Ada: La primera programadora de la historia". En sitio web ARRAI: Asociación para la Recuperación y Restauración de Artículos Informáticos Recuperado el 21 de noviembre de 2011, de <http://petra.euitio.uniovi.es/~arrai/historia/biografias/ada/ada.htm>

**PICAZO, Marina**. 2008. *Alguien se acordará de nosotras. Mujeres en la ciudad griega antigua*. Barcelona. Bellaterra SL.

**RUIZ JIMÉNEZ, Carlos**. 2011. "Apuntes de Física Fundamental". Recuperado el 5 de noviembre 2011, de <http://www.fisicafundamental.net/doc/libro/Version01/ApuntesFisicaFundamental.pdf>

**RUIZ RUIZ -FUNES, C Concepción et al.** s/f. "El juego de Ada Byron". En *Matemáticas sin números*. Recuperado el 19 de noviembre de 2011, de <http://redescolar.ilce.edu.mx/educontinua/mate/imagina/mate3l.htm>

**RUSSELL, Dora**. 2005. *Hipatia. Mujer y conocimiento*. Oviedo. Grafinsa.

**SALMERÓN JIMÉNEZ, Angélica**. 2008. Ada "Lovelace: pionera de la informática". En *Revista de Divulgación Científica y Tecnológica de la Universidad Veracruzana*, vol. XXI, nº 2. Recuperado el 06 de diciembre de 2011, de <http://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol21num2/articulos/ditintas/index.html>

- 2010. "Theano y la ciencia pitagórica". En *Revista de Divulgación Científica y Tecnológica de la Universidad Veracruzana*, vol. XXIII, nº 2. Recuperado el 20 de noviembre de 2011, de <http://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol-23num2/articulos/teano/>



**SALVADOR ALCAIDE, Adela y MOLERO APARICIO, María.** 2011. “Co-educación en la clase de Matemáticas de Secundaria”. Recuperado el 19 de diciembre de 2011, de [http://web.educastur.princast.es/proyectos/coeduca/?page\\_id=203](http://web.educastur.princast.es/proyectos/coeduca/?page_id=203)

- s/f. “La geometría vista por Grace Chisholm Young”. En sitio web del Dpto. de Matemática e Informática Aplicadas a la Ing Civil. Universidad Politécnica de Madrid. Recuperado el 30 de noviembre de 2011, de [www.caminos.upm.es/matematicas/502\\_Grace\\_coor\\_maria.pdf](http://www.caminos.upm.es/matematicas/502_Grace_coor_maria.pdf)

**SERNA, Toni.** 2011. “*El día de Ada Lovelace y de las mujeres informáticas*”. En sitio web de la Escuela de Informática EDIB. Recuperado el 19 de noviembre de 2011, de <http://www.informatica.escuelaedib.com/wp/2011/10/el-dia-de-ada-lovelace-y-de-las-mujeres-informaticas/>

**SORIA QUIJAITE, Juan Jesús (Dir.).** 2009. *Estrategias para el aprender a aprender en el proceso de la investigación. Informe del Plan Nacional de Investigación Grupo 04: Mujeres matemáticas en la historia.* Ica (Perú). I.E.P de la Cruz de Ica.

**TAPIA MORENO, Francisco Javier.** 2002. “La Dama del Álgebra”. En *Apuntes de Historia de las Matemáticas*, vol. 1, nº 2, pp. 55-61. Recuperado el 5 de noviembre 2011, de <http://www.mat.uson.mx/depto/publicaciones/apuntes/pdf/1-2-6-noether.pdf>

**VALLS, Ana y SELVA, Enma.** 2006. “Trabajos de Investigación Matemática (Curso 2005-2006): Mujeres matemáticas”. Recuperado el 19 de noviembre de 2011, del sitio web del Departamento de Matemáticas del IES “Sierra Menera” de Murcia <http://centros5.pntic.mec.es/sierrami/dematesna/demates56/opciones/investigaciones%20matematicas%200506/mujeresmatematicas/mujeres%20matematicas.htm>

**VEGUÍN CASAS, María Victoria.** s/f. “Florence Nightingale, pionera de la enfermería”. En *Revista digital ABACO*. Recuperado el 01 de diciembre de 2011, de [http://www.matematicas.profes.net/apieaula2.asp?id\\_contenido=60885](http://www.matematicas.profes.net/apieaula2.asp?id_contenido=60885)

**VIZMANOS BUELTA, José Ramón et al.** 2011. *Libro Alumno: Matemáticas, Pitágoras. 3 ESO. Conecta 2.0.* Madrid. Ediciones SM.

**VOX GUÍA ESCOLAR.** 1995. *Historia de la cultura y de las ciencias.* Barcelona. Bibliograf S.L.

**WALKER, John.** 2008. "The Analytical Engine". Recuperado el 30 de noviembre de 2011, de <http://www.fourmilab.ch/babbage/contents.html>

**YOUNG, Grace Chisholm y YOUNG, Henry William.** 1970. *Beginner's Book of Geometry*. New York. Chelsea Publishing Company.

- 1972. *The theory of sets of points*. New York. Chelsea Publishing Company.

## Páginas web

ACM (ASSOCIATION FOR COMPUTING MACHINERY): [www.acm.org](http://www.acm.org)

ADA BYRON, CONDESA DE LOVELACE: PRECURSORA DE LA PROGRAMACIÓN, VISIONARIA DE LA INFORMÁTICA: <http://busqueda-constante.blogspot.com/2008/07/ada-byron-condesa-de-lovelace.html>

ADA-LOVELACE-PROJEKT: <http://www.ada-lovelace.com/projekt/>

ASSOCIATION FOR WOMEN IN MATHEMATICS: <http://www.awm-math.org/>

CURSO DE RELATIVIDAD ESPECIAL: <http://www.fisica-relatividad.com.ar/>

FINDING ADA: <http://findingada.com/>

FLORENCE NIGHTINGALE INTERNATIONAL FOUNDATION: <http://www.fnif.org/>

FUNDACIÓN ADA BYRON: <http://www.adabyron.org.ar/>

FUNDACIÓN TELEFÓNICA. BLOGS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA. MUJER Y CIENCIA: [www.mujieryciencia.es](http://www.mujieryciencia.es)

LA FLECHA. DIARIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA: <http://www.laflecha.net/>

“Las dos caras de la raya”. CORCOVADO CARTES, Teresa. Universidad de Extremadura: <http://www.eweb.unex.es/eweb/tcorco/>

PORTAL PLANETA SEDNA: <http://www.portalplanetasedna.com>.

REAL SOCIEDAD MATEMÁTICA ESPAÑOLA: [www.rsme.es](http://www.rsme.es)

### **Global:**

<http://www.rtve.es/alicarta/videos/universo-matematico/universo-matematico-mujeres-matematicas/882229/>:

Documental de 30 minutos emitido en TVE sobre mujeres matemáticas, con la intervención de Xaro Mondedeu. Habla de muchas de las matemáticas incluidas en esta obra.

<http://www.radioecca.org> Página web de radio ECCA, una emisora cultural de Canarias que, desde hace años, ha apostado por la divulgación científica. A la

izquierda de la página, en “Radio en directo”, pinchar en “podcasts ECCA” y, una vez aquí, buscar “Mujer y ciencia” y pinchar. Se trata de varias entrevistas de ficción a nuestras mujeres matemáticas.

**Sobre Florence Nightingale:**

<http://www.florence-nightingale.co.uk>

Web del museo Florence Nightingale, donde se nos da una información completa y detallada sobre la vida de esta gran mujer mediante textos e imágenes del propio museo.

<http://www.youtube.com/watch?v=6JVqGXbjid8>

Video sobre los avatares y la influencia de Florence Nightingale en la Guerra de Crimea.

**Sobre Grace Murray Hopper:**

<http://www.youtube.com/watch?v=CVMhPVInxoE>

Entrevista en Inglés a la propia Grace Murray, en la que nos relata su biografía y su interés por las matemáticas.

Sobre Grace Chisholm:

<http://vimeo.com/33361702>

Video con explicaciones muy gráficas y amenas sobre la vida de Grace Chisholm. (En alemán).

## Otras fuentes multimedia

**DUKE, Daryl.** 1985. *Florence Nightingale*. [DVD]. Estados Unidos: Sony Pictures Home Entertainment .

**STONE, Norman (dir.)**. 2008. *Florence Nightingale*. [DVD]. Reino Unido: BBC

# Anexo

## Notas sobre las ilustraciones

Escuela Pitagórica.

Diluida en la historia por la importancia de Pitágoras.

Antigua Grecia S.VI a.c.

Número Aureo.


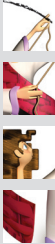


Geometría, álgebra y astronomía.

Alejandro, Siglo IV.

Nunca aceptada.

Pionera como mujer en las matemáticas.



Primeras computadoras S.XIX.

Familia aristocrática.

Capacidad científica alejada de su estatus social.

Primera programadora de la historia.





Doctorado y cátedra.

“Sobre la rotación de un cuerpo sólido alrededor de un punto fijo”.

Importantes conocimientos científicos.

Mujer adelantada a las costumbres de la época.

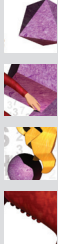




“Primer libro de geometría”.

Diseño de ejercicios para la construcción de cubos en tres dimensiones.

Estudios sobre geometría.

Familia aristocrática y Cambridge en la Inglaterra Victoriana.

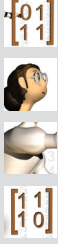




Álgebra.

Importantes estudios y capacidades.

Primera mitad del S. XX en Europa.

Importantes teorías algebraicas llevan su nombre.



La Federación de Enseñanza de CCOO, en colaboración con el Instituto de la Mujer, pone en marcha la colección *Otras miradas*, una serie de volúmenes, que se corresponden con las materias establecidas para las etapas de enseñanza secundaria. Se realiza con el propósito de suplir las insuficiencias existentes en los libros de texto de esas etapas, en relación con la transmisión de contenidos que visibilicen a las mujeres y sus aportaciones en todos los campos del saber.

Este primer volumen lo dedicamos al ámbito de las matemáticas. Se pretende dejar constancia del esfuerzo y de las aportaciones de las mujeres matemáticas a lo largo de la historia. Para ello, hemos escogido a 13 mujeres, de entre muchas que existen, porque creemos que sus propias vidas y sus aportaciones matemáticas son elementos de indudable interés para la formación, tanto en conocimientos como en valores, de los y las estudiantes. En base a esos dos aspectos se proponen, además, dinámicas y ejercicios para el trabajo en el aula.

El esfuerzo del profesorado en la sensibilización y en la transmisión de la igualdad como valor social básico es una tarea ineludible. En esa dirección proponemos dos aspectos fundamentales a evitar: los estereotipos sexistas, que sitúan a las mujeres en papeles relacionados con el ámbito doméstico, en exclusiva, y el androcentrismo de la ciencia, que ve el mundo desde la exclusiva mirada masculina.



## Theano y la ciencia pitagórica

*María Angélica Salmerón Jiménez*

Desde las brumosas lejanías de un pasado que no siempre establece límites entre historia y leyenda, se abre paso en la memoria el nombre de Theano, una de las varias mujeres que formaron parte de la escuela pitagórica, cuyo registro en los anales de la filosofía y la ciencia puede brindarnos pistas importantes para la reconstrucción de la trayectoria intelectual del pensamiento femenino. Huellas y vestigios de esa oculta narración es lo que encontramos en el seno del pitagorismo, verdadero protagonista en la historia del pensamiento filosófico y científico, aunque paradójicamente, en lo referente a la participación de las mujeres dentro de él, poco o nada se diga. Por ello volvemos la mirada a este trozo del pasado que nos muestra claramente que no todos los filósofos de la Grecia antigua fueron varones.

Por ende, la herencia que nos lega esta tradición obliga en cierto modo a introducirse en ella bordando desde la periferia el tejido de la doctrina pitagórica con los hilos del naciente y original movimiento intelectual femenino que se gesta en su seno. Sin abandonar el rumbo que marca la historia oficial, es justo decir que es en Grecia, dentro de una escuela de pensamiento reconocida como un epicentro de la ciencia matemática, donde hallamos los primeros brotes del pensamiento femenino que, al ser quizá meros susurros, no logran superar las grandes voces masculinas; pero tales murmullos hacen posible al menos recuperar los nombres de estas mujeres que fueron formalmente educadas dentro de las doctrinas filosóficas de uno de los grandes maestros de Occidente. Obviamente, el nombre de Pitágoras nos conmina a tomar muy en serio el que las mujeres fuesen bien vistas en su comunidad y que gozaran de los mismos privilegios intelectuales que los hombres.

Entramos con esto a la época que preludia los primeros pasos del pensamiento científico, y hay que señalar que los problemas que encuentran aquí quienes buscan recuperar los nombres y los aportes de las mujeres pitagóricas son prácticamente los mismos que generalmente halla cualquier historiador de la filosofía y la ciencia, puesto que el ámbito en que se mueve y desarrolla la escuela de Pitágoras conduce a los linderos de la historia y termina colocándose en los del mito. De ahí que el tema sea particularmente complejo y que los caminos de la investigación se tornen sinuosos y se vean sujetos a distintas valoraciones e interpretaciones, pues la narración que recuperemos dependerá del modo en que logre establecerse la frontera entre historia y mito. Pese a dichas limitaciones, intentaremos acercarnos a Pitágoras y su escuela a través de Theano, por ser ella una de las figuras femeninas más relevantes del pitagorismo. Esto significa que invertimos el orden metodológico tradicional y nos centramos en la reconstrucción de un pequeño relato que consideramos determinante para ampliar el sentido histórico de la escuela pitagórica, y que es el que Pitágoras haya posibilitado la inclusión de las mujeres en la educación filosófica y científica. Este acontecimiento, que podemos considerar fundacional, tendría que cambiar nuestra actual apreciación de la historia de

ese pensamiento filosófico y científico. Por ende, el marco general en que adquiere todo su sentido y significación el pitagorismo se determina restituyendo lo que su fundador vio con meridiana claridad: cuando del intelecto se trata, el sexo no importa.

Nada de esto tendría que sorprendernos si tomamos en cuenta que, por lo menos en lo que cabe a las afirmaciones de los historiadores y doxógrafos antiguos, es factible encontrar datos que confirman que en la originaria comunidad pitagórica las mujeres no sólo cumplieron con el papel histórico fundamental de ser madres, esposas o hijas –es decir, simples compañeras de los hombres–, sino que además desempeñaron un rol intelectual tan importante que pudieron alcanzar los sitios que sólo parecían ser accesibles a los hombres, pues estas mujeres fueron también discípulas y maestras de la doctrina pitagórica, lo que en buena medida permite afirmar que su educación formal bien pudo originarse aquí. Y esto, que parece ser un hecho innegable, autoriza a suponer que las llamadas “pitagóricas” fueron ciertamente mujeres que, educadas y cultivadas en la filosofía y la ciencia de dicha escuela, pueden y deben ser consideradas como las primeras científicas que registra la tradición occidental, porque si es cierto –tal como apuntan los historiadores– que la ciencia griega empieza formalmente con los pitagóricos, entonces también es cierto que las mujeres que participan en dicho movimiento debieran ser asumidas como tales.

Gilles Ménage nos ofrece una lista de veintisiete pitagóricas a las que hacen referencia los textos antiguos, y hay que recordar que el texto en que las recoge data del año 1690, es decir, que su investigación sobre las mujeres filósofas se remonta al siglo XVII de nuestra era. En él señala que “hubo tantas mujeres pitagóricas, que sobre ellas escribió un volumen Filoroco, gramático ateniense, según el testimonio de Suidas, que al tratar sobre Filoroco llama a este libro Selección de mujeres heroicas”. Sin embargo, no ha sido posible hasta hoy precisar las aportaciones particulares de cada una de dichas mujeres. Las razones de ello son varias, pero en general hay dos que afectan igualmente a todos los miembros de la secta. Una –quizá la principal– viene dada por el carácter iniciático de la escuela pitagórica, que implicaba mantener siempre en secreto sus principales doctrinas y cuya norma fundamental fue la de atribuir todas ellas a su maestro fundador, lo que lógicamente entraña la dificultad de establecer quién fue su verdadero autor... o autora. La otra razón –propia de todo el periodo histórico que nos ocupa– tiene que ver con la falta de fuentes documentales directas, pues no existen textos escritos por Pitágoras ni, en general, por sus discípulos; por ello es necesario remitirse a las fuentes secundarias de los doxógrafos o de otros autores que consignan lo que hacían o pensaban estos personajes. Al respecto, apunta Ménage: «Asombra que haya habido tantas filósofas pitagóricas, siendo que los pitagóricos guardaban silencio durante cinco años y no les era permitido divulgar los muchos secretos que tenía, y siendo que la mayoría de las mujeres son habladoras y apenas pueden guardar un secreto. Los hombres creían que Pitágoras era de naturaleza divina, de modo que le llevaban a las esposas y a las hijas para que las instruyera. Laercio y Porfirio aportan su testimonio. Hermipo escribe, según Laercio, que éstas son llamadas “pitagóricas”. También se cita allí a Cratino y su obra La pitagorizante. De donde se deduce que las mujeres pitagóricas

fueron caricaturizadas por los comediógrafos». El comentario es interesante puesto que en él se reconocen los prejuicios culturales de todas las épocas en relación con la mujer: se considera que forma parte de la naturaleza femenina el ser hablantina y hasta chismosa, lo que la pone en desventaja con respecto de la naturaleza masculina, por lo que llega a ser natural que se las ridiculice cuando tratan de inmiscuirse en asuntos intelectuales, que parecen exigir un rigor y una actitud que no es propia de la feminidad. Por eso no llama demasiado la atención que Moliere, en el mismo siglo de Ménéage, se mofe asimismo de las mujeres que se meten a intelectuales.

Pero nuestro asunto no es éste. Nuestro objetivo –pese a la precaria información en que se ha de basar nuestra investigación– se centra en reconstruir en lo general el pensamiento pitagórico y determinar el modo en que dentro de él aparece un movimiento intelectual femenino. Tal vez sea posible así restituir a las “pitagóricas” al sitio que les corresponde y verlas en igualdad de condiciones con los demás pitagóricos, toda vez que la escuela no sólo generó pensadores varones sino también filósofas y matemáticas, y Theano fue una de ellas.

¿Por qué –en el seno de una cultura que tendía a relegar a las mujeres y a colocarlas fuera de cualquier actividad intelectual– Pitágoras torció la visión tradicional y emprendió la reivindicación de una cultura femenina? Una posible respuesta sería decir que fue precisamente una mujer la maestra de Pitágoras. En efecto, fue Temistoclea –su hermana según unas fuentes, o sacerdotisa del oráculo según otras– quien lo instruyó en la filosofía y la matemática, que verterá después en su propia doctrina y escuela. La legendaria figura de Temistoclea nos lleva a asumir que si nuestro matemático pudo ser maestro de mujeres, fue porque comenzó siendo alumno de una. El testimonio de Diógenes Laercio, basado en los testimonios de Aristóxeno y de Aristóxenes, abona más datos, pues nos dice que “Pitágoras aprendió en Delfos muchos dogmas morales de Temistoclea, quien acaso era sacerdotisa de Apolo”. En estos testimonios se muestra que las enseñanzas filosóficas, matemáticas y morales que recibió de Temistoclea apuntan a esa convergencia que entre teoría y práctica vital constituye el núcleo de la sabiduría propugnada por Pitágoras. Pero también tiene mucho que ver con su convicción de que las mujeres están de suyo dotadas para las actividades intelectuales porque él mismo fue puesto en tal camino por una de ellas. Podemos pues, con cierta confianza, ser un eco de quienes afirman que Pitágoras, discípulo y maestro de mujeres, puede considerarse como el primer feminista de la historia. Y así como Temistoclea parece ser una figura clave en la formación inicial de Pitágoras, el nombre de Theano será igualmente importante para delinear el perfil femenino de la escuela pitagórica, en cuanto que a partir de ella será que surge la estela que dejó a su paso la inclusión de las mujeres en la vida intelectual del siglo VI a. de C.

Ahora bien, si por principio todo esto ya parece mito y fábula, hay que considerar que la figura misma de Pitágoras –de quien algunos estudiosos han afirmado que ni siquiera existió– nos ha llegado tan aderezada de elementos fantásticos que hacen muy difícil separar el dato histórico de la leyenda, por lo que en torno a él los historiadores han tejido infinidad de teorías intentando

definir su perfil histórico y doctrinal. No vamos a abordar aquí esta sesuda discusión, que rebasaría con mucho los límites de este trabajo; bástenos por el momento con seguir una tradición comúnmente asumida y reconocer en Pitágoras al fundador de una escuela filosófica que rebasa los linderos científicos para constituirse en una comunidad religiosa y política en la cual se genera una forma de pensar, pero también de vivir y de actuar, ideas estas que –como decíamos anteriormente– parecen haberle sido inculcadas por una mujer. Todo ello es importante en la medida en que la doctrina científica de Pitágoras se orienta no sólo a comprender y explicar científicamente el cosmos, sino que, teniendo esto como punto de partida, se centra en la purificación y salvación del alma humana.

Y justo es la concepción del alma la que configurará el argumento fundamental de la igualdad de los sexos. Paul Strathern apunta refiriéndose a la comunidad fundada por Pitágoras: “Compartían todas sus pertenencias y vivían todos juntos en casas comunales, en las cuales no existía ningún tipo de discriminación debido a las clases sociales y en las que los esclavos eran tratados como iguales. Esta tolerancia se extendía incluso a las mujeres. (A los varones recalcitrantes que encontraban este inaudito estado de cosas difícil de aceptar se les recordaba que su alma muy bien podía haber habitado el cuerpo de una mujer en una vida anterior, o bien estar condenada a habitar uno en una vida futura.)”. Tal vez sea esta otra de las razones por las que Pitágoras consideró factible que las mujeres fuesen también propagadoras de sus doctrinas, y prueba de ello es que su comunidad albergó alrededor de 28 mujeres, entre estudiantes y maestras, apoyando así la idea de que en cuanto a intelecto estaban en igualdad de condiciones con respecto de los varones. Por tanto, se puede decir que el pitagorismo asumió el derecho de las mujeres a la educación en cuanto que acreditó la igualdad de las almas y, por consiguiente, de los sexos. A pesar de que la tradición ha guardado la frase atribuida a Pitágoras de que “existe un principio bueno que ha creado el orden, la luz y el hombre, y un principio malo que ha creado el caos, las tinieblas y la mujer”, algunos estudiosos del tema han podido ver en la misma un rezago de viejas ideas filosóficas que tienen su fuente en prejuicios populares. Afirma Méndez Aguirre que «la escuela pitagórica despliega las primeras manifestaciones de lo que puede ser considerado “feminismo filosófico” en Occidente», y añade: «Sostengo tal hipótesis debido a que la ecuación “mujer = mal = izquierda” era un lugar común entre los doctores griegos, en general, y entre los hipocráticos en particular, pero no corresponde con la esencia del pitagorismo». Sin embargo, cabe tener en mente que, dada la amplitud y complejidad del movimiento pitagórico, no es posible desechar por completo la idea de que en él hubiese una línea tradicionalista y misógina que viera en la mujer el principio del mal y la oscuridad –como puede ser el caso de Alcmeón de Crotona–, pero todo parece indicar que el pitagorismo original es opuesto a dicha corriente y asume con su fundador y maestro “la igualdad esencial de las almas que encarnan indistintamente en ambos sexos; la igualdad moral de las mujeres respecto de los hombres y la superioridad de aquéllas en algunos casos; la injusticia inherente a la doble moral sexual, y el derecho de las mujeres a cultivarse lo mismo que los hombres”. Era este un derecho que implicaba el acceso a las doctrinas fundamentales de la escuela y a diversas

disciplinas: física, ética, antropología, teología, y parece lógico pensar que las pitagóricas dominaban también estas ciencias.

Por otro lado, cabría señalar que la influencia de Pitágoras se deja sentir en toda la evolución posterior de la filosofía, sobre todo al elevar la matemática por encima de la mera aplicación práctica, determinado así su estatuto teórico y científico: el logro fundamental de la escuela está justamente en el territorio de la ciencia del número y las figuras geométricas; es decir, el eje en que se mueve la enseñanza del pitagorismo es el de la ciencia matemática.

Por ello es que en los nuevos estudios reconstructivos de la historia de la ciencia que buscan incluir a las mujeres resalta el nombre de Theano como el más sobresaliente y reconocido, no sólo porque poseemos más datos sobre ella y su obra, sino porque uno de tales datos señala que fue la directora de la escuela a la muerte de Pitágoras, lo que la coloca, cronológicamente, como la primera matemática pitagórica de la historia. Así que su nombre va unido al de Pitágoras y de su escuela en el orden de prioridad intelectual, pues fue ella y no un discípulo varón quien quedó al mando de esta última. Pero también hay que indicar que el nombre de Theano va al lado de Pitágoras en el orden de un parentesco no siempre bien delimitado. Esposa o hija de Pitágoras, según diversas fuentes, es Theano la mujer más cercana al fundador del pitagorismo. De este modo, ambas relaciones –la intelectual y la emotiva– nos permiten transitar desde los bordes marginales de la historia hasta uno de sus ejes rectores: el que va de Theano a Pitágoras.

Aunque las fuentes a que podemos apelar para determinar el perfil histórico de Theano sean confusas (según las distintas tradiciones es originaria de Creta o de Crotona e hija de Pythonax, de Milos o de Brontius, del que otra tradición la hace esposa), la mayoría de los estudiosos concuerda más o menos en considerar que Theano nació en Crotona en el siglo VI a. de C. y que fue hija de Milos. Se ha dicho también que éste, un hombre rico que fungió como mecenas de Pitágoras, fue quien instó a Theano a que se instruyera en matemáticas bajo la conducción del gran filósofo y matemático, quien la hizo no sólo su discípula sino también su esposa. Porfirio, en su Vida de Pitágoras, relata lo siguiente:

Cuando arribó a Italia y habitó en Crotona, Pitágoras apareció como un hombre que había viajado por muchos lugares, poco común y muy bien provisto por la fortuna de una naturaleza singular, de aspecto noble y muy agradable, así como de excelsitud y dignidad en la voz, costumbres y en todo lo demás. Produjo en el Estado de Crotona tal efecto que, después de conmover las almas de los ancianos gobernantes con largos y bellos discursos, éstos lo invitaron a pronunciar exhortaciones adecuadas a la edad de los jóvenes y niños congregados en los colegios, y luego a las mujeres; también fue organizada una reunión de las mujeres con él. Al suceder estas cosas, creció grandemente su fama, y ganó muchos discípulos en la ciudad, no sólo hombres sino también mujeres, el nombre de una de [las cuales] se hizo célebre: Theano.



Podemos decir entonces que la celebridad de Theano viene dada en parte por el hecho de haber sido la esposa del extraordinario Pitágoras y la madre de sus cinco hijos: dos varones (Telauges y Mnesarchus) y tres mujeres (Arignote, Damo y Myia), todos ellos educados en la doctrina de su padre. Y ciertamente que aquí serán también las mujeres quienes dejarán su huella, pues cabe recordar que fue a una de sus hijas –Damo– a quien Pitágoras encomendó sus Comentarios, mandándole “que a nadie fuera de casa los confiase; y ella, pudiendo venderlos por mucho dinero, no quiso, teniendo por más preciosos que el oro la pobreza [y] los preceptos de su padre, y esto siendo mujer”. Este testimonio de Diógenes Laercio muestra claramente que Pitágoras tenía plena confianza en las mujeres de su casa. Sus doctrinas se han calificado siempre de secretas puesto que dentro de la escuela funcionaba una distinción entre los discípulos: los que conocían superficialmente la doctrina y los iniciados que penetraban todos sus misterios; todo lleva a suponer que las mujeres no estuvieron excluidas de este segundo grupo, y que de entre ellas sobresalen las de su propia familia. De aquí que la celebridad Theano, de la que nos hablan los antiguos, se enlace a través del vínculo matrimonial al meollo de la cuestión intelectual, en la medida en que ella bien pudo ser la mujer que mejor conocía la doctrina pitagórica. Theano, discípula y esposa de Pitágoras, aparece desde la antigüedad como una personalidad reconocida por su erudición y sabiduría, quien, por lo mismo, continuó las enseñanzas de su marido y dirigió la escuela a su muerte. La tradición señala que ella y sus hijos mantuvieron y propagaron la sabiduría y doctrinas de Pitágoras, lo cual –al decir de algunas investigadoras actuales– fue una labor tan importante que el pitagorismo no habría tenido la influencia que tuvo en el mundo antiguo si ellos no lo hubiesen perpetuado.

Pero Theano no sólo se limitó a seguir la doctrina de su esposo y maestro sino que también parece haber contribuido a ella; fue, al parecer, autora de varios tratados de matemáticas, física y medicina, algunos de cuyos títulos aún conserva la tradición. Por desgracia, “ninguno de estos escritos ha sobrevivido, excepto unos pocos fragmentos de cartas” –que algunos consideran de autoría incierta–. Y aunque se ha pretendido asignar algunos de estos fragmentos y cartas a la Theano original (Theano I) y algunos a una más tardía (Theano II), tal asunto aún está en el tapete de la discusión. También se le atribuyen tratados acerca de los poliedros rectangulares y la teoría de la proporción, sobre todo la proporción áurea. Se dice que un fragmento del texto Sobre la piedad contiene una disquisición sobre los números y que se refiere a una analogía entre los números de Pitágoras y los objetos: “He oído decir que los griegos pensaban que Pitágoras había dicho que todo había sido engendrado por el Número. Pero esta afirmación nos perturba: ¿cómo nos podemos imaginar cosas que no existen y que pueden engendrar? Él no dijo que todas las cosas nacían del número, sino que todo estaba formado de acuerdo con el número, ya que en el número reside el orden esencial, y las mismas cosas pueden ser nombradas primeras, segundas, y así sucesivamente, sólo cuando participan de este orden”. Como nos muestra el fragmento, la aclaración de Theano no es baladí, puesto que el modo en que se establece la relación número-objetos determina el modo de entender la doctrina de Pitágoras, y todo hace suponer que Theano corrige aquí a muchos expositores tanto antiguos como modernos. Pero más allá de lo que ello significa, se ha planteado la posibilidad de que

haya sido al propio Pitágoras a quien Theano corrigió en su doctrina del número; si, como apunta Martin Cohen, fue ella quien “convirtió a Pitágoras a la opinión de que no eran los números sino el orden de los números lo que gobierna el universo”, tendremos aquí una concreta aportación de Theano a la doctrina pitagórica. Cosa parecida sucede con otras doctrinas de la escuela, pues también se ha venido diciendo que su nombre «va ligado al concepto de “razón áurea” o “número mágico” que, por ejemplo, condiciona las espirales logarítmicas de los caracoles, las piñas de las coníferas, la arquitectura de edificios como El Partenón, Notre Dame de París o El Escorial, la obra de Leonardo Da Vinci, la música de Mozart e incluso las proporciones de las tarjetas de crédito». No obstante tales afirmaciones, hemos de reconocer que las investigaciones sobre el tema son todavía incipientes. No se han podido recuperar testimonios efectivos al respecto, pero esto no es un mero defecto que atañe a la reconstrucción historiográfica del pensamiento femenino, sino que –como ya lo hemos señalado anteriormente– tiene que ver con todo el corpus pitagórico en la medida en que, siendo parte misma de la doctrina el adjudicarle todo descubrimiento al fundador, es prácticamente imposible determinar su verdadera autoría. Aun con todas estas reservas, Margaret Alic y otras historiadoras no tienen empacho en reconocerla como la más famosa cosmóloga y matemática, y algunas otras intentan dejar constancia de las ideas que al respecto pudo sostener Theano, como es el caso de Inmaculada Perdomo Reyes, quien las resume del modo siguiente:

El cosmos es ordenado y armónico. Todo el orden refleja las relaciones matemáticas de sus partes. La armonía y el orden existen cuando las cosas se configuran en torno a sus relaciones apropiadas, relaciones que se expresan en proporciones matemáticas. La eterna esencia del número está directamente relacionada con la coexistencia armoniosa de las cosas diferentes. [...] Desarrolla las ideas sobre la analogía existente entre el número y las cosas reales existentes. El concepto de imitación puede ser expresado así con relación al Universo. Por su participación en un universo de orden y armonía, un objeto, sea corpóreo o no, puede ser secuenciado con todos los otros objetos, y puede ser contado. Un objeto lo es en tanto puede ser contado. Y al enumerarlo podemos ser capaces de especificar sus parámetros físicos. Se le atribuye también la formulación de la proporción áurea.

Lo anterior deja constancia de que el pensamiento de Theano es el de la doctrina pitagórica, siendo que fuese ella o Pitágoras u otro pitagórico quien hubiese sido el autor de la doctrina del orden de los números y del principio de la razón áurea o del precepto del “justo medio”. Lo importante es que Theano fue una mujer versada en la ciencia pitagórica, al grado de que no sólo fue maestra de cosmología y matemáticas, sino también la autora de textos sobre la materia.

Por tanto, y aun cuando no podamos determinar con exactitud los aportes concretos de Theano al pitagorismo, los testimonios de que se dispone consienten en cambio afirmar que fue pieza fundamental en él, ya que, como apunta Cohen, Theano

ayudó al maestro a identificar la densidad del “éter” que los pitagóricos suponían que rodeaba la Tierra y llenaba el espacio, así como otras complicadas cuestiones de geometría. Existe un documento atribuido a Theano en el cual se discute sobre metafísica, y hay informes de muchos otros escritos suyos en los que expresaba su visión sobre temas filosóficos femeninos, como el casamiento, el sexo, la ética y, por supuesto, la mujer. Algunos informes dicen que después de que Theano se convirtiera en directora de la escuela pitagórica fue capturada y torturada en un intento de obtener sus secretos, pero incluso después de las torturas más inenarrables [...] rehusó firmemente hablar.

Una cosa importante salta aquí a la vista, y es el hecho de que Theano mantuvo viva la tradición pitagórica en sus lineamientos fundamentales, a saber: que la doctrina matemática se extendía más allá de la pura concepción teórica, que había de ser dirigida a la praxis y que dicha doctrina debía guardar sus secretos ante los no iniciados.

En efecto, los testimonios apuntan justamente a validar el hecho de que Theano no se limitó a escribir sobre temas científicos o meramente matemáticos, pues también tuvo interés –como lo era el de toda la escuela– por los aspectos morales y espirituales; el mismo texto *Sobre la piedad* es prueba de ello. Se le atribuye también un tratado sobre la castidad, cuyo contenido muestra las virtudes pitagóricas de prudencia, justicia, fortaleza y templanza, y sugiere una vida más meditada y basada en la moral, que constituiría para las mujeres un modelo social alternativo que, según se ha dicho, parece delinear “los inicios de esa vida conventual de meditación y recogimiento que constituiría, siglos más tarde, la alternativa a la vida de las cortesanas. Únicas dos formas de sustraerse a la anulación cultural que el modelo social de mujer establecía”. Vemos aquí el interés de Theano por la vida y la virtud femeninas, y quizás es por ello que la mayor parte de los textos que nos han llegado de mujeres de esa época sean de este tipo: textos que hablan de problemas morales o prácticos en relación a los preceptos femeninos (de cómo una madre educa a sus hijos y cómo deben las esposas comportarse virtuosamente hacia su marido), ya que al parecer son los que resultaban más interesantes a los religiosos que los conservaron.

La conclusión que de todo ello podemos extraer es que nuestra pitagórica asumió como tarea propia mantener vigente y actualizada la doctrina de Pitágoras y que buscó lo mismo que el maestro: mantener la relación disciplinar que se establece desde el centro de la ciencia matemática a todo conocimiento, tanto teórico como práctico. Y ninguna ciencia fue desdeñada por ella. Como apunta Alic: “Theano y sus hijas tenían fama de [ser] excelentes curanderas. Se decía que habían ganado un debate con el médico Eurifón sobre el antiquísimo problema del desarrollo fetal: las mujeres alegaban que el feto era viable antes del séptimo mes. Creían que el cuerpo humano era una copia microscópica del macrocosmos –el universo en su conjunto. Este concepto reaparece a menudo en la fisiología antigua y medieval, y lo volvemos a encontrar en forma más elaborada en los escritos de Hildegarda”. Así que bien podemos decir que Theano y las demás mujeres que con ella se formaron en la escuela de Pitágoras fueron acaso las primeras mujeres del



mundo occidental que tuvieron acceso a una educación formal, educación que les permitió ser auténticas discípulas y maestras y, por lo mismo, reconocidas como miembros efectivos de la escuela. Queda así por el momento el nombre de Theano como figura emblemática –cosmóloga, matemática y filósofa– cuyo ejemplo muestra que la ciencia pitagórica también tiene un perfil femenino que, junto al de su fundador –como ciertamente él hubiera querido– puede y debe figurar en nuestras historias, ya que haya aportado o no teorías o doctrinas científicas, se halla ligado a la escuela y a la ciencia pitagóricas, de tal manera que, según nos dice Ménage: “Algunas epístolas se conservan bajo su nombre, según Henri Etienne, en la edición de Laercio, con el título de Epístolas de Theano, que fue declarada hija de la sabiduría pitagórica”. Por ende, es posible concluir que el orden y la armonía del cosmos implica a su vez la de los sexos –Theano y Pitágoras–, en cuyas almas radica también el ritmo fundamental que en su armonía refleja la música de la inteligencia.

### **Para el lector interesado**

Alic, M. (1991). El legado de Hipatia. México: Siglo XXI. Diógenes Laercio (2004). Vida de los filósofos más ilustres. México: Grupo Editorial Tomo, S. A.

Figueiras, L., Molero, M., Salvador, A. y Zuasti, N. (1998). Género y matemáticas. Madrid: Síntesis.

Ménage, G. (2009). Historia de las mujeres filósofas. Barcelona: Herder.

Méndez A., V.H. (1997). “¿Feminismo o misoginia entre los pitagóricos?”, en G. Hierro (comp.): Filosofía de la educación y género. México UNAM/Torres.

Perdomo R., I. (2004). Mujeres astrónomas y matemáticas de la antigüedad. San Cristóbal de La Laguna (Tenerife, España): Fundación Canaria Orotava de Historia de la Ciencia.

Strathern, P. (1999). Pitágoras y su teorema. Madrid: Siglo XXI

Extraído de: SALMERÓN, Maria Angélica. “Theano y la ciencia pitagórica” En *Revista de Divulgación Científica y Tecnológica de la Universidad Veracruzana*, vol XIII, nº2. Recuperado el 14 de enero de 2012 de <http://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol23num2/articulos/teano/>

## Hipatia la primera científica de Occidente

*Angélica Salmerón Jiménez<sup>1</sup>*

Hacer de Hipatia de Alejandría el símbolo emblemático de la participación de las mujeres en el ámbito de la ciencia es, en buena medida, recuperar a la heroína legendaria que represente la voz femenina como parte de la narrativa en que se inscribe la aventura toda de la búsqueda del conocimiento y la verdad. Narrar la historia de Hipatia es introducir en el ámbito de la cultura las voces que se han mantenido en silencio y que es necesario escuchar para ir configurando una historia cada vez más completa. Por eso Hipatia, al ser considerada la primera científica y filósofa de Occidente, nos proporciona la oportunidad de recuperar el otro lado de la moneda: esa cara oculta tras las sombras de los rostros más conocidos, y esa voz silenciada tras las voces más cotidianamente escuchadas.

Hay que hacer caso de la historia: los estudios actuales revelan que la trayectoria del pensamiento occidental está atravesada y revestida de voces y de rostros femeninos; son estas figuras de mujer las que intentan situarse en el decurso epocal de los distintos horizontes que vienen constituyendo lo que denominamos la historia occidental. Y no cabe duda de que las mujeres - científicas, literatas, artistas, filósofas - han venido constituyéndose en una pieza clave para entender mejor nuestro pasado, y con él nuestro presente, es decir, para comprender mejor nuestro lugar en el universo, este universo que para ser verdaderamente tal tiene por definición que ser diverso. Hipatia de Alejandría, figura legendaria y simbólica, oculta tras el velo de los grandes nombres de los científicos de su época, y silenciada por el estruendo de las potentes voces masculinas de esos mismos contemporáneos con que le tocó en suerte compartir un periodo histórico, se nos aparece más como un mito que como una realidad. Un mito que en la lejanía de los tiempos nos narra la historia de una mujer que se atrevió a aventurarse en un mundo de hombres, científicos y filósofos, que, embarcados en la tarea de arrancarle sus secretos a la naturaleza, creyeron en su momento que tales aventuras no podía n ser atractivas a las mujeres. Pero Hipatia representa ejemplarmente la falsedad de tales imaginarios y representaciones de la cultura antigua. Por ello, Hipatia ha sido recuperada por feministas, científicas y filósofas para insertarla en el decurso de la propia historia -que también han escrito las mujeres -, para que funcione a modo de símbolo vivo de que la mujer, desde el más remoto pasado, no se ha conformado con ser mera compañera del hombre, por más que al imaginario colectivo todavía le cueste trabajo desarticular a la mujer de la imagen de figura puramente decorativa, totalmente artificial, que es, en la mayoría de los casos, falsa.

Por todo lo dicho, y aunque en honor a la más rigurosa verdad Hipatia no sea en sentido estricto la primera mujer que se atrevió a pensar, ni la primera en buscar un espacio propio en el campo de conocimiento (pues hoy sabemos que la anteceden otras cuyos nombres aún no se han fijado ni consolidado en la historia), lo cierto es que sigue siendo el emblema de la participación de las

mujeres en la historia de la ciencia y la filosofía. Como tal la tomamos aquí, en tanto que es centro de referencia y recuperación de una historia que hay que explorar hacia atrás, y que, a partir de Hipatia, tratamos de leer hacia adelante. Se trata, pues, de encontrar un punto de referencia, una palanca que, al modo de Arquímedes, nos permita, si no mover el mundo todo, sí al menos movilizar dentro de la historia de la ciencia a sus figuras femeninas más representativas. Tomamos así a Hipatia como centro y núcleo de referencia para tal narración a partir de su propia historia.

Ahora bien, tendremos que empezar a preguntarnos qué fue lo que hizo esta mujer para ser motivo de tales consideraciones y de nuestra atención. Lo que de Hipatia sabemos con seguridad no es mucho, ni tampoco contundente y definitivo, pero de lo escaso y especulativo que hay en su aún opaca historia podemos recuperar parte de su trayectoria vital e intelectual.

Sabemos de cierto que el ámbito espacio-temporal en que llevó a cabo su actividad fue el de la Alejandría del siglo IV, y que sus intereses intelectuales estaban dirigidos fundamentalmente a la ciencia y a la filosofía. Encontramos, pues, a Hipatia situada en el centro de gravedad intelectual que se había desplazado desde Atenas a Alejandría, metrópoli que en esa época vive lo que se ha dado en considerar un "renacimiento científico". Hipatia pertenece al mundo de la antigüedad clásica desde el cual se empiezan a vislumbrar los senderos que conducirán finalmente a un nuevo periodo epocal: el Medievo. Recuperar y reconocer esta situación histórica es de suma importancia para acercarnos mejor a nuestro personaje, ya que sólo a través de esta suerte podremos comprender su vida, su actividad intelectual y también su muerte.

En efecto, si partimos de la consideración de que nuestra filósofa y científica se mueve entre el final del mundo antiguo y el naciente mundo medieval, tendremos en cuenta que el espectro general por el que transita es el mismo que, por un lado, la hace coincidir con un panorama que poco después será motivo de enormes disputas, esto es, el que remite concretamente al de las relaciones entre razón y fe, querella que ha de constituirse en uno de los problemas fundamentales con el que se enfrenta el pensamiento medieval y que, en parte, continuará en el mundo moderno.

Ciencia, filosofía y religión; misticismo y alquimia; razón y fe; diversos y distintos espacios de conocimiento, verdades opuestas o conciliadas, métodos y estrategias de acercamiento a la naturaleza. Todo ello configura en buena parte las tendencias que pugnan por consolidarse y que en buena medida anuncian ya la decadencia del mundo antiguo. Y es justamente en este panorama histórico -un espacio de transición de épocas - donde reconocemos con Hipatia el horizonte desde el cual habrá de dar cuenta y razón de su ser y de su hacer, y que, para decirlo concretamente, no es otro que el ámbito de la ciencia y la filosofía helenística en su encuentro con el cristianismo. Alejandría fue, como ha señalado Carl Sagan, "una ciudad cosmopolita en cuyo seno se albergaban ya las semillas del mundo moderno; pero fue también en los tiempos de Hipatia -entonces bajo el dominio romano una ciudad bajo graves tensiones". Y es que, entre otras cosas, el Imperio Romano se convertía paulatina mente al cristianismo, y los cristianos empezaban a sospechar de

todo aquello que no se apegaba a la religión naciente. En este ambiente de confusión y fanatismo, la ciencia se constituyó en el blanco perfecto de sus asechanzas, pues el tufo pagano que despedía olía a herejía y maldad. Y aquí encontramos a Hipatia, defendiendo contra quienes mal entendían la labor científica y el ámbito de conocimientos que custodiaba -y que en buena medida representaba - el derecho a pensar y a explorar la naturaleza bajo los principios de una sana razón de la que no había motivos para sospechar, ni mucho menos para condenar de tal modo. Por desgracia, el esquema mental de algunos cristianos exigía una su misión total y absoluta, y en cuanto que Hipatia se negó a tales atropellos, todo aquello que ella representaba y defendía la fue conduciendo a un trágico final.

Hipatia, lo sabemos, fue muerta por una turba de fanáticos cristianos, y en esta forma de morir se ha visto en el entresijo de la historia la construcción de ese símbolo que reconoce en Hipatia a la figura señera que representa la primera científica y filósofa de Occidente.

Y es justo en este punto donde tendremos que preguntarnos por el núcleo esencial de todo ello: ¿qué hizo Hipatia por la ciencia además de morir por ella? La cuestión fundamental implica reconstruir su pensamiento, recuperar sus aportes, determinar en cuanto es posible su concepción teórica y, sobre todo, tratar de escuchar su voz, esa voz que viene desde lejos y que intenta hablarnos hoy de lo que era, en el remoto pasado, la ciencia, la ciencia antigua, esa que hoy es ya parte de nuestra historia intelectual y cultural. Para ese propósito habremos de narrar la historia de Hipatia desde el principio.

Su vida parece comenzar, según algunas variantes, en el año 370, y se desarrollará, como ya antes señalábamos, en el ambiente intelectual y político de la Alejandría del siglo IV. Al momento de su trágica muerte, ocurrida en el año 415, tendría aproximadamente 45 años de edad. Otras fuentes ubican su nacimiento en una fecha anterior, por lo que llegan a la conclusión de que cuando Hipatia muere es ya una mujer vieja, de aproximadamente unos sesenta y tantos años. Nos atenemos aquí a la primera versión, sin embargo, en tanto que la consideramos más documentada.

La historia nos presenta a Hipatia como una mujer inteligente e inquieta que se lanzó a vivir en un universo que por naturaleza le estaba vedado, o sea, un mundo de hombres y para hombres, tradición que su padre tuvo el buen gusto de romper desde un principio, pues educó a su hija de modo tal que la introdujo desde de pequeña en el mundo intelectual al que él mismo pertenecía. Teón, matemático y astrónomo que trabajaba en el Museo<sup>2</sup>, buscó instruir a su hija tanto en el aspecto físico como en el intelectual: cuerpo y mente sanos eran el principio de la perfección, y no quería otra cosa Teón para su hija. Así, Hipatia hizo todo tipo de ejercicios físicos y se educó en disciplinas como la astronomía, la matemática y la filosofía, pero también en el arte de la oratoria y en el conocimiento de las diferentes religiones. Se ha señalado también que fue educada en Atenas por Plutarco el Joven y su hija Asclepigenia en matemáticas y astronomía, y asimismo en el Museo, la Biblioteca y la escuela neoplatónica de Alejandría, donde luego enseñaría. Así que, además de científica y filósofa, Hipatia fue maestra; suplió a su padre en el Museo, enseñó

matemáticas y filosofía en distintos centros, y parece que fue nombrada de manera oficial para enseñar las doctrinas de Platón y Aristóteles.

Con toda esa carga intelectual a cuestas, Hipatia, como era de esperar, se dedicó a enseñar y escribir sobre distintos temas y fue una maestra y una intelectual reconocida en su ambiente. Estudiosos de otras ciudades llegaban a escuchar sus lecciones, y se dice que su casa terminó por convertirse en un centro intelectual donde se discutía en torno a cuestiones científicas y filosóficas. Según se sabe, sus escritos, siguiendo esta tónica, eran comentarios y explicaciones a los textos científicos de reconocidos autores, como Diofanto, Apolonio de Perga, Tolomeo, Euclides y otros, en temas como las matemáticas, la geometría o la astronomía. También escribió libros de texto para sus estudiantes, que tal vez consistían en alguna especie de lecciones de filosofía y ciencia. De hecho, poco sabemos sobre sus obras escritas ya que no se conservó ninguna de ellas.

Por ello, para poder reconstruir su pensamiento y su obra, es preciso sondear profunda y atentamente en lo que otros pueden decirnos, pues, dado que sus obras se han perdido y que por lo mismo nos es prácticamente imposible escuchar la voz de la propia autora, tendremos que asumir que nos movemos en un ámbito en el que sólo tenemos indicios, pequeñas pistas que no siempre nos dejan ver con claridad las huellas dejadas por Hipatia; pese a todo, es a través de esos minúsculos fragmentos -las voces de quienes nos hablan de ella, los hechos y acontecimientos de los que ha quedado noticia, las previas reconstrucciones históricas que otros historiadores han realizado - que podemos acercarnos y conocer someramente el trabajo científico que realizó y el meollo de sus preocupaciones filosóficas, que, valga decirlo desde ahora, no son terrenos estrictamente separados; en efecto, no podemos olvidar que la ciencia y la filosofía en el mundo antiguo son dos ámbitos de conocimiento que están animados por el mismo espíritu teorético.

Trataremos, siguiendo algunas de estas pistas, de dar una idea del trabajo científico de Hipatia. Nuestro punto de partida serán por el momento algunas de las obras y autores que comentó.

Su padre Teón, célebre matemático, fue un comentarista de Tolomeo y de Euclides, y estos son, como sabemos, dos de los grandes representantes que en el campo de las matemáticas y la astronomía sobre todo contribuyeron a conformar el espectro total de lo que conocemos como ciencia antigua. Así, es posible decir que, en general, fueron también estos dos personajes quienes seguramente tuvieron la mayor influencia en la edificación de la mentalidad científica de Hipatia. Sabemos que Teón revisó y mejoró los Elementos de geometría de Euclides, cuya edición de esa obra es la que se sigue empleando hasta nuestros días; es probable que Hipatia haya colaborado con él en dicha revisión, y que más tarde los dos escribieran juntos por lo menos un tratado sobre Euclides. Hipatia también es autora de por lo menos uno de los libros de Teón sobre Tolomeo. Este último había sistematizado todos los conocimientos contemporáneos sobre matemática y astronomía en un texto compuesto por trece libros al que llamó modestamente Tratado matemático. Los eruditos árabes medievales le dieron el nombre de Almagesto ("Gran libro"). El sistema



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

Ahora bien, ¿qué nos dice esto a nosotros sobre el pensamiento matemático y astronómico de Hipatia? Tal vez no mucho, a menos que sepamos algo sobre estas obras y sus autores; de ser este el caso, quizá pensemos que efectivamente Hipatia debió de ser una mujer muy inteligente ya que pudo embarcarse en semejantes cuestiones. Así que si queremos entender la labor científica de Hipatia, algo hemos de decir de los textos que estudió y comentó. Por supuesto, todo ello tendrá que ser motivo de un trabajo más amplio y más documentado, producto de una investigación más profunda y madura. Valgan por lo pronto unos señalamientos generales.

Digamos de entrada que Euclides fue el gran sistematizador de la matemática en el mundo antiguo, y que su obra los Elementos es el texto en que se presenta esta síntesis, que aprovecha todo lo que el pensamiento heleno había construido en tal materia durante los tres siglos anteriores, gracias a lo cual - según se ha afirmado - la matemática griega pasó a la historia. En cuanto al contenido del texto, digamos brevemente que está estructurado en los trece libros citados antes y que Euclides trata en él los temas concernientes a la geometría del plano, la teoría de las proposiciones, la teoría de los números, la geometría del espacio y la irracionalidad algebraica. El procedimiento que utiliza es el del discurso axiomático, que consiste en el establecimiento de un enunciado inicial del cual se siguen otros por necesidad. El sistema axiomático es, pues, un sistema deductivo que se con figura por un grupo de enunciados llama dos "axiomas", los cuales, una vez debidamente formalizados y definidos, permiten deducir otro conjunto de enunciados llamados "teoremas". De este modo, podemos comprender que la axiomatización llevada a efecto por Euclides consistió precisamente en la organización estructural y sistemática en el campo del saber matemático y geométrico, por lo que en su obra se reconoce el más antiguo sistema deductivo. Pero hay que decir también que este procedimiento euclidiano sigue de cerca las formulaciones estructurales de la ciencia y la estructura de la deducción, tal y como las entendía Aristóteles. Se han reconocido además en la elaboración euclidiana la utilización del método de la reducción al absurdo, heredero de una larga tradición filosófica: la escuela eleática, la dialéctica socrática, y más tarde Platón y Aristóteles, y la apelación a lo que después habrá de llamarse el método de exhaustión, por cuyo camino, dicen los entendidos, se hace posible hallar siempre una magnitud que sea más pequeña porque no existe una magnitud mínima, y cuyo antecedente puede encontrarse en Anaxágoras.

Digamos ahora algo sobre la obra de Tolomeo, que, de forma análoga a la de Euclides, representa también otra síntesis. En efecto, se trata ahora de una summa en el campo de la astronomía: el Almagesto, nombre dado por los árabes al tratado que Tolomeo denominó Composición matemática, por considerarlo como el mayor o más grande tratado de astronomía. Y ciertamente que lo fue ya que, como es bien sabido, su tesis fundamental (la

teoría geocéntrica) lo convirtió en autoridad primera y última en materia astronómica durante catorce siglos, pues su influencia perduró hasta la revolución copernicana. Así que el mundo antiguo y el medieval se rigieron por este saber tolemaico, cuya derrota científica sólo vino aparejada al surgimiento del mundo moderno. Grandes y espectaculares cosas debió haber establecido este científico para haberse mantenido vigente durante tantos y tantos siglos. Trataremos de concentrar su pensamiento en una breve reseña y ciñéndonos a la estructura y temática del *Almagesto*. La investigación de Tolomeo está enmarcada también por la concepción que tenía Aristóteles de las ciencias, las que había dividido en teóricas, prácticas y creadoras, y subdividido a su vez las teóricas en física, matemática y teología o meta física. Nuestro científico supone la clara superioridad de las ciencias teóricas, y de entre ellas concede un lugar privilegiado a la matemática, sobre todo a esa parte que tiene por objeto las cosas divinas y celestiales. Y no podía haber elegido de otro modo si lo que buscaba era un a estabilidad ontológica que le permitiera la aprehensión clara y ordenada de un conocimiento científico del universo. Amparado en este marco de referencia, Tolomeo se dio a la tarea de investigar los cielos y la tierra y estableció así las tesis fundamentales que darían origen a su sistema geocéntrico. Las tesis son las siguientes: 1) El cielo es esferoide y se mueve al modo de una esfera; 2) La Tierra es también una esfera; 3) La Tierra se encuentra en el centro del mundo; 4) En cuanto a distancia y tamaño, la Tierra es como un punto en comparación con la esfera de las estrellas fijas, y 5) La Tierra es inmóvil. Todas y cada una de estas tesis es avalada por una serie de argumentos de los que no vamos a dar cuenta detallada aquí, pero podemos decir someramente que sobresale entre ellos el hecho mismo que nos brinda la observación y la experiencia, además, claro está, de los específicos procedimientos deductivos y sus formulaciones matemáticas. Tolomeo lleva así la astronomía planetaria a un nivel de potencia matemática, pues, como lo han puesto de manifiesto los especialistas, sus modelos tienen como objetivo descubrir la combinación de movimientos circulares uniformes para explicar las posiciones observadas en los planetas, por un lado, y por otro el de establecer pronósticos cuantitativos precisos de las futuras posiciones planetarias.

Este sucinto panorama de las dos grandes construcciones del saber matemático y astronómico nos pueden ofrecer una idea general de la actividad intelectual en que Hipatia concentraba sus fuerzas. Hay que imaginarla leyendo voluminosos textos para comenzar a comprender la magnitud de su trabajo; hay que representárnosla discutiendo con su padre la geometría del espacio o la teoría de los números de Euclides, o bien tratando explicar y comentar las formulaciones argumentativas de la astronomía tolemaica, para hacernos una idea más o menos clara de la faena científica que nuestra Hipatia emprendía día con día, a fin de ir delineando el perfil de su pensamiento. Ciertamente que para descubrir a la científica Hipatia no basta con lo dicho, pero cuando menos nos sirve por el momento para perfilar su formación en el campo del saber astronómico y matemático.

¿Qué nos dice el que Hipatia hubiese conocido, explicado y comentado los textos de Euclides y Tolomeo? Mentalidad racional y científica podemos derivar de todo eso. En efecto, es posible pensar que el procedimiento del discurso axiomático establecido por Euclides en sus *Elementos*, así como la situación

privilegiada que había otorgado Tolomeo, en su Almagesto, a las matemáticas dentro de las ciencias teóricas, avalan en más de un sentido la afirmación de que Hipatia fue una defensora y propagadora del racionalismo científico del que estaba imbuida toda la ciencia griega. Pero además podemos decir que el espíritu de síntesis que caracteriza a ambos científicos y que se consolida en estas obras, consideradas verdaderas summas del pensamiento matemático, nos puede conducir a la conclusión de que tal vez los libros de texto escritos por Hipatia fueran una especie de pequeños tratados sintéticos de las diversas ciencias que enseñaba; es decir, textos bien documentados en fuentes y autores que permitieran a los alumnos tener un acercamiento cabal a las teorías y propuestas científicas, y en los que quizá la autora estableciera sus propias conclusiones al respecto. No lo sabemos de cierto, y quizá nunca podamos saberlo con certeza. Pero una lectura atenta de los diversos textos que revisó, analizó y comentó pudiera quizá más adelante ayudar a afirmar con mayor contundencia que bien pudo ser así.

Por lo pronto, nos conformamos con señalar esta vía de acercamiento al pensamiento de Hipatia; vía que consideramos "regia" en tanto que nos conduce a través de los mismos caminos recorridos por ella, esto es, los caminos mismos de la ciencia; así, vía regia será la que nos lleve a conocer lo que ella conoció, a leer lo que ella leyó, a acercarnos más a la ciencia -y concretamente a la ciencia de su tiempo - para tratar de reconstruir con mayor precisión su pensamiento y su obra. Así, este pequeño ejercicio que realizamos a través de Euclides y Tolomeo habrá que hacerlo también con las otras obras con las que tuvo contacto, obras como la Aritmética de Diofanto y las Secciones cónicas de Alejandro de Perga que, como han señalado los estudiosos, también fueron objeto de análisis y comentarios por parte de Hipatia.

Por otro lado, hay que considerar también que, dado que la ciencia griega y helenística -según lo han hecho notar algunos autores - se mantuvo al margen de los prejuicios religiosos y de los dogmas filosóficos, pero que al mismo tiempo quiso asumir su propia identidad autónoma con respecto a la técnica, se ha deducido que la mentalidad tecnológica se halla en los antípodas de la ciencia antigua, pues a pesar de que cambió el objeto de la indagación si se le compara con el de la filosofía, conservó sin embargo el espíritu de la antigua filosofía, es decir, que estaba animada por esa fuerza teórico-contemplativa que impulsa a considerar las cosas visibles como trasunto para acceder a las invisibles, fuerza que la mentalidad pragmático-tecnológica de nuestra época parece haber suprimido. Tal señalamiento nos orienta a otras vertientes del pensamiento de Hipatia, que son la filosofía como tal y la tecnología práctica.

Digamos algo sobre esa tecnología. Se tienen noticias de que Hipatia diseñó varios instrumentos científicos, entre los cuales sobresalen algunos aparatos empleados para la destilación del agua y para medir su nivel, y un hidrómetro graduado de latón que determinaba la densidad de los líquidos. Este tipo de instrumentos nos hace pensar en Arquímedes, y dado que también se ha señalado que a nuestra científica le interesó la mecánica, seguramente estuvo familiarizada con su obra. Ahora bien, un acercamiento al trabajo de Arquímedes -que ha sido considerado por algunos especialistas como un



espíritu verdaderamente moderno en el arte de combinar las matemáticas con la investigación experimental - nos puede ayudar a dar una idea del ejercicio práctico que llevó a efecto Hipatia en el campo de la investigación. Una mujer cuyos alcances teóricos no se confina a la sola reflexión, sino que a través de ella busca su aplicación, la que combina lo teórico y lo experimental, nos pone sobre la pista de una científica con cierto aire de modernidad. Nos explicamos: si Hipatia y Arquímedes son hijos de su tiempo - en el sentido de lo que señalamos anteriormente - y que seguían inspira dos por el patrón del antiguo modelo de la ciencia (es decir, de su aspecto teórico puro), también es cierto que se interesaron por el ejercicio y la aplicación de los conocimientos en el ámbito de su utilización práctica. Quizá esta incipiente tecnología era sólo una especie de entretenimiento en el cual no se implicaba la importancia que tales cosas tendrían con el correr de los siglos para un espíritu estrictamente moderno, pero que no por ello dejaban de ser una manifestación de modernidad. Así, el propio Arquímedes aceptaba que su interés y preocupación fundamental se hallaba en la geometría pura, al tiempo que consideraba que mecanismos como la polea compuesta y el tornillo hidráulico eran simples divertimentos de geometría; pero lo cierto es que estos y otros aparatos, como las máquinas de guerra que sirvieron en su momento para atajar a los soldados romanos, o bien la famosa palanca o el espejo para quemar, nos hace pensar en un espíritu tan moderno como el del mismo Leonardo da Vinci. Sea lo que fuere, el caso es que Hipatia también se inscribe en este ámbito práctico de la ciencia. Parece que también diseñó un astrolabio plano que servía para medir la posición de los planetas, las estrellas y el sol, así como para calcular el tiempo y el signo ascendente del zodiaco.

La historia también nos ha legado la figura de la Hipatia filósofa. Su símbolo nos remite a ver en ella a la primera científica y filósofa de Occidente, y en la medida en que, como hemos visto anteriormente, ciencia y filosofía son en el pensamiento antiguo dos saberes que mantienen ciertas relaciones y cuyas tradiciones y parecidos de familia no son del todo independientes unos de otros, es necesario que nos acerquemos a la Hipatia filósofa y recuperemos cuando menos el trasfondo general en el que se mueve su concepción de la ciencia. Este telón de fondo, que también forma parte de su instrucción y educación intelectual, hay que buscarlo en la escuela neo platónica de Alejandría.

La escuela neoplatónica de Alejandría era un centro de investigación de las ciencias especiales, así como de estudio de las obras de Platón y Aristóteles. Hipatia, maestra de esta escuela, daba clases de matemáticas y astronomía y enseñaba las doctrinas de Platón y Aristóteles, y ya sabemos que en ambos filósofos se hallan los planteamientos y derroteros que ha de explorar la ciencia antigua ya que en sus doctrinas quedan formuladas las dos teorías sobre la relación entre las matemáticas y la naturaleza, las que han de convertirse - como alguien ha señalado - en "los polos entre los cuales los científicos naturales han oscilado desde la antigüedad hasta el presente". En este trasfondo filosófico se mueve la ciencia antigua en general. Podemos entonces preguntarnos qué posturas asumiría Hipatia en relación con estos dos filósofos.

Por lo pronto, sabemos que en la escuela neoplatónica se prestaba especial atención a las obras lógicas de Aristóteles, por lo que podemos suponer que Hipatia conoció y enseñó la lógica aristotélica, proposición que también es avalada por el hecho de que nuestra filósofa esté tan cerca de las teorías de Arquímedes y Tolomeo, cuyos planteamientos se derivan en buena medida de un marco aristotélico tanto lógico como metafísico. La escuela neoplatónica, no obstante, parecía alejarse de las preocupaciones metafísicas y religiosas, y en particular de neo platónicos del corte de Jámblico y Proclo, cuyas teorías tendían a multiplicar los seres intermedios; tampoco la escuela parecía interesada en las doctrinas del éxtasis y el misticismo a que lleva de suyo cierto tipo de neoplatonismo. O sea que esta escuela de Alejandría parecía tender a las explicaciones más naturales y a una cierta moderación en la especulación; era así una institución filosóficamente neutra cuyos centros eran la lógica y la ciencia, un ámbito -según han dicho otros - en donde paganismo y cristianismo podían encontrar un sitio común, y cabe aquí señalar en favor de esto último que Hipatia tuvo como discípulo a Sinesio de Cirene, que llegó a ser obispo, pero cabe también, en contraparte, apuntar que los partidarios del patriarca Cirilo y del prefecto Orestes asesinaron a Hipatia. Pero dejemos esta parte de la historia de Hipatia para más adelante y volvamos a la escuela neoplatónica de Alejandría, cuyo carácter, decíamos, era más científico que metafísico, más lógico que religioso-místico, y también más interesado en las ciencias naturales, lo que nos acerca al perfil del Aristóteles que la escuela recupera y que enseña Hipatia. Y eso nos pone también en camino para pensar que, dado el interés de la escuela por la matemática, Hipatia perfila al Platón que en aquélla se enseñaba y que con toda seguridad le era más afín, es decir, el matemático y no el metafísico-místico, no el de la contemplación de las ideas, sino seguramente el de la derivación matemática del universo. Sí, tal vez Hipatia enseñara y comentara al Platón del Timeo.

Muchas cosas quedan por decir en esta reconstrucción del retrato intelectual de Hipatia que aquí nos propusimos como tarea. Estamos conscientes de que dejamos en el tintero un sinfín de cuestiones, pero al final de cuentas tal es el destino de toda investigación, y en general de toda búsqueda del saber: luces y sombras se abalanzan sobre los aventureros, se abren nuevos rumbos, se cierran otros, y en el viaje pocas veces vislumbramos claramente la meta; a veces ni siquiera sabemos con certeza que ese destino efectivamente exista, pero avanzamos unos cuantos pasos más y algo logramos entrever. Así ahora, con los cortos y pocos pasos dados, nos parece haber visto una Hipatia más sólida y real: una mujer de carne y hueso que se paseó por las calles de Alejandría, que asistió a la escuela, que aprendió en ella y en ella también enseñó, que iba y venía por la espléndida Biblioteca, y que seguramente en ella leyó a los clásicos de la ciencia y la filosofía: el Almagesto de Tolomeo, los Elementos de Euclides, las Secciones cónicas de Apolonio de Pérgamo, la Aritmética de Diofanto, la Lógica de Aristóteles, el Timeo de Platón y seguramente a muchos más. Una mujer que deambulaba también por el Museo y sus institutos utilizando instrumentos e indagando sobre cuestiones astronómicas y matemáticas (algunos dicen que también médicas), hablando y comentando sus trabajos con otros matemáticos, astrónomos, geógrafos y científicos de todo tipo. Y podemos también imaginar a Hipatia dirigiéndose a impartir sus clases e inundando los salones con su presencia, con su sabiduría, con sus

materiales e instrumentos de estudio; dirigiéndose a sus alumnos, explicando su ciencia y resolviendo las dudas, preguntas y problemas. Finalmente, podemos pensar ahora en la Hipatia de las largas noches de vigilia, escribiendo, dando forma a sus pensamientos, pues aunque no conocemos ninguna obra suya, sabemos por Suidas que escribió tres obras matemáticas y astronómicas y que compuso algunas obras filosóficas. Este retrato de Hipatia es la representación más viva que podemos hacernos de ella a través del camino recorrido: Hipatia leyendo, escribiendo, dando clases, comentando, discutiendo, diseñando artefactos y pensando seguramente en la inmensa suerte que había tenido de hallarse en semejante situación y en lo que debía a su padre por haberla introducido en un mundo tan espléndido.

Nosotros también agradecemos a Teón el habernos dado a Hipatia. La ciencia y la filosofía están orgullosas de cobijarla en su seno, y por ello la historia se muestra dispuesta a seguir desentrañando el relato de su vida.

Terminemos pues el relato de la vida de Hipatia refiriéndonos a su muerte. ¿Fue Hipatia una víctima del fanatismo cristiano? La historia nos relata que nuestra científica murió a manos de una turba de fanáticos cuando se negó a convertirse al cristianismo. Su asesinato, muestra de un cruel ensañamiento, nos es descrito por algún autor de la siguiente manera: "Todos los hombres la reverenciaban y admiraban por la singular modestia de su mente, por lo cual había gran rencor y envidia en su contra. Y porque conversaba a menudo con Orestes, y se contaba entre sus familiares, la gente la acusó de ser la causa de que Orestes y el obispo no se habían hecho amigos. Para decirlo en pocas palabras, algunos atolondrados, impetuosos y violentos cuyo capitán y guía era Pedro, un lector de esa iglesia, vieron a esa mujer cuando regresaba a su casa desde algún lado; la arrancaron de su carruaje; la arrastraron a la iglesia llamada Cesárea; la dejaron totalmente desnuda; le tasajearon la piel y las carnes con caracoles afilados, hasta que el aliento dejó su cuerpo. Descuartizan su cuerpo, llevan los pedazos a un lugar llamado Cinaron y los queman hasta convertirlos en cenizas".

Trágica y desastrosa forma de morir de quien tan bien parece haber vivido, pero que en todo caso completa el retrato que hemos delineado de Hipatia como defensora de la racionalidad científica griega: la pagana Hipatia, que no renuncia a su ciencia ni a su razón. Y es su trágica muerte la que ha construido alrededor de Hipatia una especie de velo que la cubre de gloria y a la vez la reserva como la figura femenina que, congruente en vida y obra, funge como el símbolo filosófico y científico por antonomasia; en efecto, asesinaron a la mujer, a la científica y filósofa Hipatia, pero, según se ha dicho, no lograron con ello matar ni la ciencia ni la filosofía. Y es precisa mente ésta la metáfora que recuperamos de la historia: la ciencia y la filosofía son figuras femeninas que, como Hipatia y su narración, son inmortales y eternas. Hipatia vive en nuestra memoria histórica, la ciencia y la filosofía han continuado su curso, y es en este tiempo y en este espacio donde mantienen sus fueros y siguen escribiendo su historia.

El pasado y el presente se unen e insisten en buscar la reescritura de esta mujer que proyecta su imagen en el futuro. Rescribamos con Hipatia la historia

toda de la ciencia y la filosofía, acerquémonos a ella a través de las mismas disciplinas que ella cultivó, y busquemos en el remoto pasado y en la silueta de nuestra legendaria heroína -un poco leyendo entre líneas y en los a veces torcidos renglones de la historia - a la primera filósofa y científica de Occidente. Acerquémonos a la cada vez más real Hipatia de Alejandría y recuperemos su pensamiento y su obra como parte del legado intelectual que también por derecho nos corresponde.

### **Para el lector interesado:**

Dampier, W.C (1997). Historia de la ciencia y sus relaciones con la filosofía y la religión. Madrid: Tecnos.

Lindberg, D.C. (2002). Los inicios de la ciencia occidental. Barcelona: Paidós.

Martino, G. y Bruzzese, M. (1996). Las filósofas. Madrid: Cátedra.

Reale, G. y Antiseri, D. (1995). Historia del pensamiento filosófico y científico. Barcelona: Herder.

Sagan, C. (1980). Cosmos. New York: Random House.

### **Notas:**

<sup>1</sup> Facultad de Filosofía, Francisco Moreno y Ezequiel Alatríste, col. Ferrer Guardia, 91030 Xalapa, Ver., tels. (228) 815-24-12, (228) 815-24-12, 815-24-90 y 815-68-29.

<sup>2</sup> El Museo era el centro intelectual de Alejandría. Fue una institución consagrada a las musas y estaba dividido en cuatro secciones: literatura, matemáticas, astronomía y medicina, que funcionaban como institutos de investigación y como escuelas, y junto a los cuales se hallaba su famosa Biblioteca. Así, este enorme centro ofrecía los aparatos necesarios para la investigación biológica, médica, astronómica y matemática, y la Biblioteca brindaba la producción literaria de los griegos y llegó a contar con 700 mil libros.

Extraído de: SALMERÓN, María Angélica. "Hipatia la primera científica de Occidente". *Revista de Divulgación Científica y Tecnológica de la Universidad Veracruzana*, vol. XVIII, nº 3. Recuperado el 14 de enero de 2012 de <http://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol18num3/articulos/hipatia/index.htm>



erigidor no deja duda ninguna. Sobrevive a la vacuidad actual del resultado. Hoy es lo único vacío, ...

• FÍSICA Y TEOLOGÍA 12

# Émilie Du Châtelet: El entendimiento divino garantiza la inteligibilidad del Mundo

MADAME DU CHÂTELET, SEGÚN LA TOUR.

ÁNGELES MACARRÓN  
MACHADO  
FUNDACIÓN CANARIA OROTAVA  
DE HISTORIA DE LA CIENCIA

La hipótesis de que el universo pudiera ser explicado sin necesidad de Dios era inimaginable para la gran mayoría de filósofos de la naturaleza hasta bien entrado el siglo XVIII, lo que llevaba a los distintos pensadores a usar la figura divina en sus explicaciones. Al analizar esta actitud hoy, con la mirada que permite el distanciamiento histórico, aparece con nitidez la manera en que proyectaban sobre la figura de Dios los planteamientos previos de los que partían. Veamos con algún detenimiento cómo funcionaba dicha proyección en Mme du Châtelet, traductora al francés de los *Principios Matemáticos de la Filosofía Natural* de Newton y divulgadora de la Física de su época.

Cuando se estudia la realidad natural, decía Émilie du Châtelet, nos elevamos hacia el Ser Supremo y así, en su obra *Institutions de Physique*, leemos que “esta gran verdad es, si cabe, aún más necesaria a la buena Física que a la Moral y ella debe ser el fundamento y la conclusión de todas las investigaciones que hacemos en esta ciencia”, idea que claramente encierra el vínculo entre Dios y Naturaleza. Pero ¿cuál es esta relación entre la divinidad y el mundo natural?, ¿cuál es la función de Dios en el Universo? Dos grandes posiciones enfrentadas, una que defiende la total y necesaria autonomía del Mundo y otra que lo hace depender de la intervención divina, surgieron al respecto. En el núcleo de esta polémica se hallaba la idea de si en Dios primaba la voluntad o el entendimiento.

Para la marquesa de Châtelet no había duda, la voluntad de Dios ha de estar determinada por su entendimiento. Argumentaba que si la realidad estuviera sujeta a la voluntad divina, todo podría ser de otra manera y las leyes causales que describen los fenómenos físicos o las explicaciones racionales que tratan de encontrarles un sentido, una razón última, se volverían absurdas, pues no habría propiamente leyes de la naturaleza que descubrir. Entonces, el papel de la ciencia se limitaría a relatar un conjunto de regularidades sin correspondencia con necesidad ni universalidad alguna. La realidad que nos circunda hubiera podido ser otra, tal como lo expresó Leibniz, si Dios la hubiese elegido, pero una vez se produce este acto de elección entre todos los mundos posibles, en función de su mayor grado de perfección, éste posee su propia lógica interna, es autónomo y encierra en su seno la cadena de verdades que lo mantiene. Descubrir estas verdades es precisamente el objetivo de la filosofía natural, una tarea ardua, quizá imposible, pues la comprensión del Todo sólo es posible para Dios, el “Eterno gémetra”, quien lo abarca todo en su entendimiento, pero a nosotros nos queda el trabajo constante, la investigación y el entusiasmo que nos pueden acercar paulatinamente a esa meta.

En el bando de los que hacen prevalecer la inescrutable voluntad divina, rechazando toda explicación metafísica y todo posible acceso a una comprensión última del Universo, se encuentran Newton y Voltaire. Pero Mme du Châtelet pone en evidencia que ellos también recurren a Dios, en su opinión indebidamente, cuando algo no puede ser explicado, y expresa que

(Pasa a la página 10)



becarios  
by EDUARDO



porque esa confluencia urbana [...] está colmada por una estruendosa multitud que se desborda lentamente

## • FÍSICA Y TEOLOGÍA 12

PORTADA DE INSTITUTIONS  
DE PHYSIQUE. PARÍS, 1740.

CHÂTEAU DE CIREY.

con la de la perfección divina. También la interpretación newtoniana del espacio como "sensorium dei", esto es, como el mecanismo que Dios tiene para actuar en el mundo de la materia, es rechazada por atentar contra la legalidad intrínseca al mundo. Dios no puede cambiar la esencia de las cosas una vez que les ha otorgado realidad, esto sería obrar arbitrariamente, y esta esencia inalterable y necesaria es la única posibilidad que permite comprender los hechos físicos.

Así, aunque la marquesa asume, junto a la mayoría de filósofos de la naturaleza de su tiempo, la necesidad de eliminar los conceptos vacíos e inútiles de la vieja escolástica tomista, no admite la expulsión de la metafísica del campo de la investigación física. Uno de los conceptos que vincula ambas disciplinas, y que siguiendo a Leibniz incorpora a su concepción de la Física, es el de las "causas finales", elemento que para los antimetafísicos es un resto intolerable del desprestigiado sistema aristotélico y pre-científico. Émilie de Châtelet nos dice que es de la sabiduría infinita de Dios de donde "proceden las causas finales, ese principio tan fecundo en Física, y que muchos Filósofos han querido eliminar. Todo indica un plan y es ser ciego, o querer serlo, no ver que el Creador se propone en la menor de sus Obras fines, que consigue siempre, y que la Naturaleza trabaja sin cesar en su ejecución". En el desvelamiento de esta finalidad impresa en el diseño divino se encuentra una de las tareas importantes de la Física, puesto que es un aspecto indispensable

# INSTITUTIONS DE PHYSIQUE.



A PARIS,  
Chez PRAWET fils, Quai de Conti, vis-à-vis la  
défense du Pont-Neuf, à la Charité.

M. DCC. XL.

Avec Approbation & Privilège du Roi.

para acercarse a la comprensión global de la realidad, a pesar de que Newton y sus seguidores negasen tal pretensión, considerándola ilusa e injustificada.

Las disputas sobre la naturaleza divina son por tanto el escenario de otro debate, el de las dis-

tintas concepciones que mantienen los diferentes filósofos de la naturaleza durante el siglo del barroco y los comienzos del de la luces. Y es que el Renacimiento había abierto la vía del relativismo y el escepticismo contra la que muchos levantaron sus mejores armas y, aunque en esta batalla había bandos distintos, el objetivo era el mismo para todos: cerrar la posibilidad de que el conocimiento sólo fuese un conjunto de opiniones más o menos probables. En este común empeño, unos emplearon las matemáticas, otros acudieron a la experiencia y otros a principios de orden metafísico. Salvar el conocimiento verdadero y cierto de la realidad y salvar a Dios era una y la misma cosa.

En este mismo sentido aparece otra vertiente de discusión y debate que perseguía al menos es-

tos dos objetivos: dotar de racionalidad a la religión y aminorar la importancia del dogma haciendo de la Iglesia una institución más tolerante. Este segundo objetivo se deriva claramente del primero, ya que en ese esfuerzo por convertir en racional un discurso bíblico cargado de contradicciones con la nueva ciencia, de milagros y fenómenos incoherentes, de intervenciones providenciales, se llega a la conclusión de que las diferentes religiones no son mas que concreciones histórico-culturales de un sentimiento religioso universal que pertenece a la humanidad en su conjunto. Esta nueva manera de entender la religiosidad como algo perteneciente a la naturaleza humana y a su esencial racionalidad adoptó el nombre de Deísmo y tuvo gran importancia en el siglo de la Ilustración.

Ya Spinoza hizo una importantísima aportación en esta línea con su *Tratado Teológico-Político*, y tanto Mme de Châtelet como Voltaire no fueron ajenos a este entusiasmo por el análisis crítico de los textos sagrados. En sus desayunos en el castillo de Cirey, leían pasajes de la Biblia y los comentaban, de resultados de los cuales surgieron dos textos: *El examen del Génesis* de la marquesa y *La Biblia al fin explicada* de Voltaire, que formaron parte de una serie de textos manuscritos y muchos de ellos anónimos que circulaban entre los intelectuales, favoreciendo la reflexión y la discusión que contribuyó a la difusión de una concepción natural de la religión. Esta forma de comprender lo religioso era más compatible con el nuevo discurso científico sobre la naturaleza que la exégesis del relato bíblico y su necesaria interpretación literal como quería imponer la jerarquía eclesiástica católica.

Reinterpretar las diversas manifestaciones religiosas como expresión de la diversidad histórica y cultural, permitía despojar al sentimiento religioso y a la idea de Dios de todo proyección humana particular y conservarlo como principio ordenador, inteligencia suprema, diseñador del universo, gran arquitecto, que se ajustaba mejor a la imagen que cada cual estaba componiendo sobre la realidad física.

(Viene de la página 9) no es mas que un síntoma de ignorancia, de pereza o impotencia. Así por ejemplo, percibirá con repugnancia la idea newtoniana, procedente del ocasionalismo de Malebranche, de que Dios ha de restituir al Universo la cantidad de movimiento que éste va perdiendo, como un relojero que debe dar cuerda a su reloj, y los acusará de entender a Dios como a un artesano imperfecto que debe intervenir de vez en cuando para reparar su obra, imagen a todas luces contradictoria



CINE  
Victor

Juan Ramón  
Hernández... por  
siempre Juanra

VODKA-LEMON se proyecta en el  
Cine Victor de Santa Cruz de  
Tenerife el viernes 7, sábado 8 y  
domingo 9 de abril a las 19:00 y  
21:30 horas

Hay momentos en la vida (lamentablemente casi todos van asociados a la palabra muerte) en los que parece que no tiene demasiado sentido seguir hablando de las cosas cotidianas, del día a día. En esos instantes cualquier cosa nos parece intrascendente y frívola ante lo que realmente importa. Sin embargo hay que continuar con la rutina diaria, acudir al trabajo, ir a la compra, escribir un artículo...

Conoció a Juan Ramón Hernández hace más de 10 años. Fue en el

Centro de Producción de Televisión Española en Canarias situado en la Avenida de Buenos Aires, en Tenerife. Él tenía 39 años y era realizador y director de un programa de TVEC. Yo andaba por los 23 y era la primera vez que acudía a un estudio televisivo, lo hice para grabar la crítica cinematográfica de la película *Gazon Maudit* en calidad de miembro del Aula de Cine de la ULL. Recuerdo que estaba muy nervioso y tuvimos que repetir la grabación un

par de veces, Juanra (así es como lo llamaban todos) me tranquilizó con su proverbial serenidad, se acercó a mí y comenzó a hablarme de la película en cuestión -que por supuesto ya había visto- y acabamos hablando de cine en general. Tras un rato de charla me mandó a repetir la toma y lo grabamos todo de un tirón. La última vez que lo vi fue el pasado sábado, en Las Palmas, tras las Gala de Clausura del Festival de Cine en el

Extraído de: MACARRÓN, Ángeles. "Émilie du Châtelet: El entendimiento divino garantiza la inteligibilidad del mundo". *Revista semanal de Ciencia y Cultura*. Recuperado el 14 de enero de 2012 de [http://www.gobiernodecanarias.org/educacion/3/usrn/fundoro/archivos%20adjuntos/articulos\\_prensa/fis\\_teo\\_web/13\\_chatelet.pdf](http://www.gobiernodecanarias.org/educacion/3/usrn/fundoro/archivos%20adjuntos/articulos_prensa/fis_teo_web/13_chatelet.pdf)

## Carta de Gauss a Sophie Germain

*“Cómo describiros mi admiración y mi sorpresa, viendo la metamorfosis de mi estimado M. Le Blanc en este personaje ilustre que da un ejemplo más brillante de lo que yo hubiera imaginado. El placer por las ciencias abstractas en general, y especialmente por los misterios de los números, es raro; no es ninguna sorpresa: las gracias encantadoras de esta ciencia sublime solo se manifiestan con toda su belleza a los que tienen el coraje de profundizar en ella. Pero una mujer, a causa de su sexo y nuestras costumbres y prejuicios encuentran infinitamente más obstáculos y dificultades que un hombre para familiarizarse con los problemas de la Matemática. Sus investigaciones indican que posee una valentía notable, talento extraordinario y un genio superior.”*

*“...las sabias notas de vuestras cartas son de tal riqueza que me han proporcionado mil placeres. Las he estudiado con atención y admiro la facilidad con la que habéis profundizado en todas las ramas de la aritmética y la sagacidad con que habéis sabido generalizar y perfeccionar.”*

Texto extraído de: Figueiras, Lourdes. 1998. *Género y Matemáticas*. Madrid. Síntesis, S.A. Pág. 147.

Carta de Mary Somerville a Ada Byron.

**Mujeres, Manzanas y Matemáticas. Entretejidas** (Nomdedeu, 2007)

Mary Fairfax Somerville.

Italia, 1850

Ada Byron,  
Condesa de Lovelace,  
Maga de los números.

Querida Ada:

Me dices en tu última carta que me echas mucho de menos. No más que yo a ti, te lo aseguro. Dices que te gustaría que te contara algo sobre mi infancia y, como no puedo negarte nada, ahora mismo voy a escribirte algo sobre ese periodo de mi vida que tanto deseas conocer. Este será mi regalo para tu 34 cumpleaños. Verás, nací en Burntisland, un pequeño pueblecito en la playa costera del norte de Escocia. Cuando era pequeña, me gustaba corretear al aire libre. Lo tenía fácil, la casa tenía un jardín y, a continuación, estaba la playa. Cuando la marea se retiraba pasaba horas en la orilla, contemplando las estrellas de mar y los erizos, o mirando a los chiquillos remover la arena para coger anguilas, berberechos y navajas. Coleccionaba huevos de pájaros, aunque nunca robé un nido, pues los compraba a los muchachos que los vendían para sacarse unos chelines. Me fascinaba observar a los cangrejos, a los moluscos vivos dentro de su concha, a las medusas. Estos animalillos me distraían y me acompañaban en mi solitaria vida. Pero a mi padre, el señor William George Fairfax, todo un vicealmirante de la marina británica, no le gustaban mis juegos en plena naturaleza, no le parecían adecuados para una niña que debía aprender a comportarse como una dama recogida y devota, como mi madre Margaret Charters. No tuve la suerte de ser la hija de la princesa de los paralelogramos, como tu.

Para corregir mis malas costumbres me internaron en un horrible colegio donde me obligaban a aprender de memoria largas listas de palabras y sus definiciones y, para mantenerme atenta, me obligaban a llevar un corsé que más bien parecía una armadura. Comprenderás que en estas condiciones, sin mis queridos animalitos, con aquel corsé



horroroso y memorizando cosas absurdas para mí, no conseguí progresar en mis estudios ni lo más mínimo.

Descubrí mi gusto por la aritmética a los trece años, en un colegio en Edimburgo al que asistí en régimen externo.

Los últimos años de mi infancia en casa fueron difíciles: no me dejaban estudiar porque opinaban que era malo para las niñas, que podrían quedarse estériles; no me tomaban en cuenta en las discusiones familiares aunque tuviera algo interesante que aportar. Llegaron a quitarme las velas que utilizaba para leer por las noches. “Debemos terminar con el vicio de leer que tiene Mary o tendremos que ponerle una camisa de fuerza”, decía mi padre. Pero como era muy tozuda no consiguieron apartarme de los estudios. Para entonces ya me había aprendido los seis primeros libros de la geometría de Euclides y me dedicaba a ponerme problemas de memoria y a resolverlos mentalmente. Ya sé que también a ti te han atormentado con ese prejuicio, incluso más que a mi, apoyándose en tu delicada salud. Pero te cuento esto porque sé que en ocasiones han llegado a hacerte dudar incluso a ti misma. No dudes Ada, tus dolencias, estoy segura, no tienen nada que ver con los estudios. A lo largo de toda mi infancia me siguieron apasionando los temas relacionados con la naturaleza: los peces, los pájaros, las plantas, las estrellas. Era buena en la observación. Me resultaba fácil, los amaba. ¿Te acuerdas de mi gorrión de las montañas? Fue mi mascota durante ocho años.

No sé si deseas que te cuente algo sobre mi adolescencia, pero, como fue divertida, creo que no te aburriré contándote alguna cosilla. Por ejemplo, el invierno que mi madre y yo pasamos en Jedburg, en casa de unos parientes. Allí había mucha vida social, por las noches se celebraban bailes a los que asistía la gente joven y bailábamos hasta altas horas de la madrugada. Mis pretendientes me llevaban a casa en palanquín, a veces al rayar el día. Por supuesto eran siempre muchachos conocidos de mi madre, a quienes autorizaba acompañarme. Yo era por aquel tiempo una muchachita menuda, coqueta y moderna, además forastera y bastante bien parecida, rasgos que contribuyeron a que me llamaran “la rosa de Jedburg”. ¡Que lejos quedan aquellos deliciosos días! Aunque no creas que habían cesado las amonestaciones por mi afición a la lectura; mi tío llegó decirle a mi madre que, si seguía leyendo tanto, no me iba a quedar tiempo para coser como debe hacerlo una mujer. Yo ya estaba harta y les contesté que sería injusto que Dios no hubiese dado a las mujeres el deseo de adquirir conocimientos, si fuese un

error conseguirlos. Hoy sigo pensando lo mismo.

Mi afición era inevitable. Recuerdo que un día estaba con mi amiga ojeando una revista de labores, ella se entretenía en esta muestra o aquella y mis ojos volaron hacia una sección en la que se proponía un rompecabezas numérico. Junto a los números había también letras, una x, una y... Pregunté a mi amiga qué significaban aquellas letras y me dijo que no lo sabía pero que eran parte de un tipo de aritmética a la que llamaban álgebra. El gusanillo de la curiosidad empezó a removerse. Otro día, el profesor de pintura nos sugirió que el conocimiento de la geometría de Euclides era necesario para pintar correctamente y que también era necesario para comprender la mecánica y la astronomía. Ya te he contado lo que llegué a hacer para aprender esta geometría. Los libros que necesitaba para ello me fueron proporcionados por el tutor de mi hermano pequeño. ¡ Lo que yo hubiera dado por tener una madre que hubiera facilitado mi acercamiento a las matemáticas y a la ciencia!

Pasada mi adolescencia, siendo muy joven, me comprometí con mi primo Samuel Greig y me casé con él a los 24 años. Era miembro de la armada rusa y como por aquel tiempo el autoproclamado emperador Napoleón proyectaba la invasión de Austria y Rusia, mi familia había impuesto a Greig la condición de no llevarme a vivir al país de los Zares, de modo que nos instalamos en Londres. Sólo estuvimos casados tres años. Enviudé así de temprano. Pero para entonces ya era madre de mis dos hijos. Woronzow Greig, tu amigo, y William George, un año menor. Y como creo que ya me estoy extendiendo más allá de tu demanda, me despido de ti con el gran afecto que sabes que te profeso.

Cuídate mucho Ada, y escíbeme pronto.

Tuya,

Mary Fairfax Somerville

## Extractos de correspondencia sobre Ada Byron

Carta del profesor lord Morgan a Lady Byron, en 1844.

La capacidad de pensar sobre estos asuntos [matemáticos] que siempre ha demostrado *lady* Lovelace, desde el inicio de mi correspondencia con ella, ha sido algo tan completamente fuera de lo común [...] pero esta capacidad debe ser debidamente considerada por sus amigos, con referencia a la cuestión de si deberían desalentar o frenar su evidente empeño de no sólo tratar de alcanzar los límites actuales del conocimiento, sino de rebasarlos [...] la enorme tensión mental que [los estudios matemáticos] requieren está más allá de la capacidad física de dedicación de una mujer [...]

Ada, escribió a Babbage:

Mis canales para desarrollar y adiestrar mis poderes científicos y literarios son varios, y algunos de ellos [son] muy atractivos. Pero quiero que mi viejo amigo tenga la oportunidad de *optar*.

Primero: quiero saber si, de seguir yo trabajando *sobre y acerca de su propio Gran Tema*, se comprometerá usted a atenerse plenamente a mi juicio (o al de cualesquiera personas que tenga usted a bien nombrar *ahora* como árbitros) cuando tengamos diferencias, sobre todos los asuntos *prácticos* que tengan relación *con cualquier cosa relacionada con cualquier ser humano o seres humanos*.

Segundo: ¿puede usted comprometerse a empeñarse *total y completamente*, como meta primordial con la que ninguna otra debe interferir, en la consideración de todos aquellos asuntos para los que yo necesite de tiempo en tiempo de su *ayuda y supervisión* intelectual?; ¿y puede usted prometer no apresurar ni descuidar las cosas, y no extraviar ni permitir que entren confusiones ni errores en los documentos, etcétera?

Tercero: Si puedo presentarle, en el transcurso de un año o dos, propuestas explícitas y honrosas para *fabricar su máquina* [...] ¿habría alguna oportunidad de que permitiera, a mí y a otras partes, encargarnos del asunto para usted?; ¿y dedicaría usted sus propias energías, *totalmente*, a la ejecución del trabajo [...]?<sup>15</sup>

Textos extraídos de: ALIC, Margaret. 2005. *El legado de Hipatia: historia de las mujeres en la ciencia desde la Antigüedad hasta fines del siglo XIX*. México. Siglo XXI. Pág. 190 y 191.

El texto que sigue se publicó originalmente en *Perspectivas: revista trimestral de educación comparada* (París. UNESCO: Oficina Internacional de Educación), vol. XXVIII, n° 1, marzo 1998, págs. 173-189

©UNESCO: Oficina Internacional de Educación, 2000

Este documento puede ser reproducido sin cargo siempre que se haga referencia a la fuente.

# FLORENCE NIGHTINGALE

(1820 - 1910)

*Alex Attewell*<sup>1</sup>

## La leyenda

La fama de heroína romántica de Florence Nightingale oscurece sus méritos como educadora. No obstante, la leyenda de esta mujer también tuvo consecuencias educativas. En efecto, gracias a ella se generalizó la formación de enfermeras, dando así origen a una nueva profesión para la mujer. Esta leyenda se ha convertido en un capítulo importante de la cultura de la asistencia sanitaria en el mundo entero, pero no ha contribuido a dar a conocer mejor a Florence Nightingale.

Florence Nightingale se hizo célebre curando a los enfermos y a los heridos durante la guerra de Crimea (1854-1856). Concluida ésta, pudo haber ocupado un puesto de responsabilidad como enfermera jefe de hospital y supervisora de la formación de enfermeras, pero prefirió retirarse de la vida pública y utilizar su prestigio para apoyar y promover proyectos educativos. Es probable que el hecho de que prefiriese intervenir de modo indirecto, en vez de ocupar un cargo oficial, haya hecho que su influencia fuera aún mayor. Tras la guerra de Crimea, Nightingale escribió unos doscientos libros, informes y opúsculos que tuvieron importantes repercusiones en la sanidad militar, la asistencia social en la India, los hospitales civiles, las estadísticas médicas y la asistencia a los enfermos. Su mayor aportación educativa fue la creación de nuevas instituciones para la formación tanto de médicos militares como de enfermeras de hospital, pero algunos de sus proyectos educativos menos conocidos están llenos de enseñanzas.

Nightingale ha sido objeto de estudio como reformadora, como estadística, como administradora y como investigadora, pero los estudios sobre su influencia como educadora han sido escasos. La obra que relata sus experiencias en la formación de enfermeras (Baly, 1986) silencia el contexto más general de las ideas educativas de Florence Nightingale para centrarse en los aspectos administrativos, a menudo complicados, de los comienzos de la “Escuela Nightingale” de enfermeras.

No es de extrañar que los diversos aspectos de la educación con los que Florence Nightingale estuvo relacionada estuvieran vinculados por numerosos temas comunes. Hasta los 31 años, ella no tuvo la oportunidad de aprovechar su propia educación y preparación. Florence se sentía impulsada a hacer algún uso práctico de sus conocimientos, por lo que sus primeras cartas, apuntes y opúsculos hacen continuas referencias a los objetivos de la educación y critican la instrucción que recibían las mujeres de su época. Si tenemos en cuenta estos primeros escritos, y su posterior labor como promotora de planes de formación, podemos afirmar que Florence Nightingale fue una gran educadora, aunque no haya sido reconocida como tal.

## Primeros años

Florence, que nació en 1820, era la segunda hija de William y Frances Nightingale, un matrimonio acomodado adepto de la doctrina unitaria (disidentes de la Iglesia anglicana). Florence creció en una época de intensos cambios sociales, en un entorno de ideas liberales y reformistas. Su abuelo materno, William Smith, fue diputado durante 46 años, gran defensor de los derechos de los disidentes en materia religiosa y militante por la abolición de la trata de esclavos. Al participar algunos miembros de su familia en la vida política, no es de extrañar que Florence se sintiera profundamente interesada por los grandes problemas de su época.

La educación tanto de Florence como de Parthenope, su hermana mayor, fue supervisada por su padre, que había estudiado en la Universidad de Cambridge. Su programa de estudios comprendía el latín, el griego, la historia, la filosofía, las matemáticas, las lenguas modernas y la música. William Edward Nightingale fue un hombre de ideas progresistas en lo referente a la mejora de la sociedad y a la educación de la mujer, por lo que se ocupó de la educación de sus hijas con una seriedad que por lo general solía reservarse a la educación de los hijos varones. Si Parthenope se interesaba sobre todo por el dibujo, Florence siempre tuvo afición al estudio. Durante los últimos años de su vida prestó una valiosa ayuda a Benjamin Jowett en la traducción de los *Diálogos* de Platón, lo que muestra la amplitud de su erudición.

Una mujer de la posición social de Florence tenía escasas oportunidades de aplicar en la práctica sus conocimientos. Era todavía una adolescente cuando empezó a sentir un conflicto entre su propia voluntad de acción y los placeres de la animada vida familiar social.

## Su “vocación”

A los 17 años, Florence, según recoge en unos apuntes personales, tuvo una experiencia mística<sup>2</sup>: sintió su “vocación”, una experiencia decisiva que fortaleció su convicción de que no estaba hecha para una vida ordinaria. Entre los 20 y los 30 años, hubo frecuentes conflictos con sus padres que proyectaban el matrimonio para ella, pero logró mantener tenazmente su independencia. No era fácil encontrar una esfera de actividad que permitiera a Florence Nightingale encauzar su talento y sus aptitudes. A los 30 años, recordaba su frustración: “Siendo ya adulta, lo que más anhelaba era seguir una educación universitaria, adquirir conocimientos; pero aquello fue provisional”. En 1848 se inauguró el Queen’s College, en el que se ofrecía un nuevo tipo de educación superior para la mujer, pero Florence no mostró el menor interés; estaba buscando ya un campo de acción, un modo de aprovechar unos conocimientos que ya eran considerables. Escribía por aquel entonces:

Lo primero que recuerdo, y también lo último, es que quería trabajar como enfermera o, al menos, quería trabajar en la enseñanza, pero en la enseñanza de los delincuentes más que en la de los jóvenes. Sin embargo, yo no había recibido la educación necesaria para ello (Vicinus y Nergaard, 1989, pág. 30).

En 1845, Florence, decidida por cualquier medio a aprender la enfermería en la práctica, había pedido permiso a sus padres para atender a los enfermos en la Clínica Salisbury, cuyo médico jefe era un amigo de la familia. Pero no obtuvo el permiso, y no porque tuvieran algo en particular contra el hospital, sino porque sus padres consideraban que no era un trabajo adecuado para una dama de su posición social. Comentario de Florence sobre este asunto: “para ellos era como si hubiese decidido ser ayudante de cocina”. Finalmente, llegó a la amarga conclusión de que sólo la viudez o la pobreza podían dar una ocasión de trabajar a una mujer con educación. Durante este triste periodo de su vida, recibió cierto estímulo del doctor Samuel Gridley Howe, el americano pionero en la enseñanza para ciegos, quien le aconsejó que perseverase en su vocación de enfermera a pesar de la consternación de familiares y amigos.

Cuando vivió en 1848 en Londres, Florence tuvo la oportunidad de enseñar durante varios meses a los niños pobres (sus “ladronzuelos”) en la Ragged School de Westminster. Esta experiencia le abrió los ojos ante el fenómeno de la pobreza y adquirió la certeza de que podía ser útil pero, una vez más, no pudo hacer oídos sordos a los reparos de su familia: “Si pudiéramos ser educados – observó Florence – dejando al margen lo que la gente piense o deje de pensar, y teniendo en cuenta sólo lo que en principio es bueno o malo, ¡qué diferente sería todo!” (O’Maley, 1931, pág. 151).

## Un hito decisivo

En 1849, Florence se embarcó en un viaje cultural por Egipto y Grecia durante el que dedicó algún tiempo a tomar apuntes detallados sobre la situación social y sobre los vestigios arqueológicos. En el viaje de regreso, de paso por Alemania, el grupo visitó Kaiserswerth, cerca de Düsseldorf, lugar en el que el pastor Theodor Fliedner había fundado en 1836 un hospital que era además orfanato y escuela. El personal de la institución estaba formado por “diaconisas” formadas por Fliedner y su esposa Caroline. A los treinta años, “la edad a la que Jesucristo comenzó su misión”, Florence volvió a Kaiserswerth para recibir una formación de enfermera, pese a la tenaz oposición de su familia.

Florence demostró ser una alumna capacitada, y al cabo de tres meses de formación el pastor Fliedner le sugirió que publicara un relato sobre la vida en Kaiserswerth destinado a los lectores ingleses (Nightingale, 1851). Florence, por su parte, estaba deseosa de dar a conocer Kaiserswerth como un lugar en el que las mujeres podían recibir una educación útil. El opúsculo, publicado anónimamente, comienza con una crítica a la educación que se impartía entonces a las mujeres:

[...] aunque desde el punto de vista intelectual se ha dado un paso adelante, desde el punto de vista práctico no se ha progresado. La mujer está en desequilibrio. Su educación para la acción no va al mismo ritmo que su enriquecimiento intelectual (*ibid.*, pág. 3).

Este tema ya lo había desarrollado en 1846, en una carta a su padre, con respecto a la educación en general; y lo que llama la atención es que Florence no veía entonces ningún sistema sencillo para corregir la desigualdad entre la teoría y la práctica. Su idea era: “hay que realizar ensayos, hay que emprender esfuerzos; algunos cuerpos tienen que caer en la brecha para que otros pasen sobre ellos...” (Vicinus y Nergaard, 1989, pág. 30). No hay que olvidar este comentario al examinar los orígenes de la Escuela Nightingale 14 años después.

Florence Nightingale no encontró una aplicación inmediata a su recién adquirida formación, por lo que a su regreso de Kaiserswerth, en 1851, redactó un borrador de lo que ella denominó su “religión para artesanos”. Eran consideraciones filosóficas que publicó más tarde en tres volúmenes, en una edición privada, con el título *Suggestions for thought for searchers after religious truth* (Nightingale, 1860b).

En un capítulo de carácter semiautobiográfico titulado “Cassandra”, que es texto clave para entender la historia de la mujer del siglo XIX, lanzó un apasionado llamamiento a un nuevo tipo de educación: “Las mujeres anhelan una educación que les enseñe a enseñar, que les enseñe las reglas de la mente humana y cómo aplicarlas...” (Nightingale, 1860b, pág. 391). Como era característico en ella, tras haber expresado su idealismo, proseguía con su pragmatismo: “y sabiendo, en la situación actual, lo imperfecta que puede ser tal educación, anhelan una experiencia, pero una experiencia aplicada y sistematizada”.

Entre 1851 y 1854, Nightingale completó la instrucción práctica que había adquirido en Kaiserswerth visitando hospitales de Gran Bretaña y de Europa, y recogiendo información. Sistematizó todas estas experiencias analizando informes de hospitales y publicaciones oficiales sobre la sanidad pública.

Cuando en 1853 visitó el Hospital Lariboisière en París, quedó favorablemente impresionada por sus salas, construidas a modo de pabellones. Estas salas estaban especialmente diseñadas para recibir la luz y el aire fresco, al tiempo que permitían que los “efluvios malignos” o “miasmas” pudieran disiparse entre los largos y estrechos bloques. Su estudio sobre la disminución de la mortalidad en Lariboisière contribuyó a confirmar la denominada “teoría de los miasmas”, que sostenía que la enfermedad surgía espontáneamente en los espacios sucios y cerrados. Ésta había sido la base para el desarrollo de la sanidad pública en el Reino Unido a partir de 1830, con medidas tales como la construcción de alcantarillas y el suministro de agua pura a las ciudades. Entre los que se ocupaban de sanidad pública, los llamados “reformadores de la sanidad”, había pocos médicos; muchos eran ingenieros civiles y Edwin Chadwick, principal encargado de la sanidad en aquella época, trabajaba en una compañía de seguros. En 1858, Louis Pasteur descubrió los “gérmenes” y probó que la enfermedad no aparecía espontáneamente. Esto sirvió de base a algunos científicos médicos para atacar los proyectos de los reformadores sanitarios; pero aunque las premisas de éstos fuesen erróneas, puede afirmarse que sus conclusiones eran correctas y que sus reformas eran válidas.

El interés de Florence Nightingale por la higiene durante la guerra de Crimea, así como la importancia que dio al papel de la enfermera en la organización del entorno, se deben en gran medida a su forma de entender las causas de la enfermedad. Se distingue de los partidarios de la “teoría de los miasmas” de su tiempo por la conexión tan personal que establece entre sus ideas científicas y religiosas. Para Florence, Dios había creado la enfermedad de las miasmas para que el hombre pudiera conocer sus causas a través de la observación y prevenir así su reaparición mediante la organización del entorno. Creía, por consiguiente, que las enfermeras, al encargarse de la higiene, tenían una oportunidad única para progresar espiritualmente, para descubrir la naturaleza de Dios mediante el aprendizaje de sus “leyes de la salud” (Nightingale, 1873). Florence Nightingale consideraba que nunca se le había enseñado nada sobre la naturaleza de la enfermedad, ni siquiera en Kaiserswerth, sino que había aprendido a través de la experiencia, la observación y la reflexión, de modo que, cuando fue llamada a organizar la formación de enfermeras, intentó reproducir las condiciones en las que ella había aprendido la realidad evidente de la enfermedad.

Florence Nightingale sólo obtuvo su primer empleo en agosto de 1853; era un puesto que por fin le daba la oportunidad de aplicar sus conocimientos y su formación. Fue nombrada directora de un sanatorio para señoras de la alta sociedad, que se encontraba en Upper Harley Street, nº 1, en el West End de Londres, donde permaneció hasta el estallido de la guerra de Crimea. Demostró ser una excelente gerente y, aunque en el trabajo diario tanto ella como sus enfermeras se atenían sin discusión a las indicaciones de los médicos, en todo lo referente al tratamiento y en sus relaciones con el comité de dirección impugnaba las decisiones y a veces hasta hacía caso omiso de ellas en interés de los pacientes.

## **La guerra de Crimea**

En 1854, Florence Nightingale estaba buscando nuevas oportunidades de demostrar sus aptitudes, por ejemplo en tanto que enfermera jefe en algún hospital de Londres, cuando estalló la guerra de Crimea.

La organización de los hospitales británicos durante la guerra no era probablemente más deficiente que la última vez en que fue puesta a prueba, cuarenta años antes, durante las guerras napoleónicas. No obstante, durante la guerra de Crimea la sociedad tenía mayores expectativas y la población estaba mejor informada del desarrollo de los acontecimientos gracias a las noticias del frente que enviaban los corresponsales de prensa. La preocupación por el bienestar de los soldados que se manifestó como una oleada en la opinión pública

permitió al Secretario de Estado para la Guerra, Sidney Herbert, tomar una medida radical. La designación de Florence Nightingale para dirigir a un grupo de enfermeras no tenía precedente alguno. Ninguna mujer había ocupado antes un puesto oficial en el ejército y su nombramiento podía tener resultados interesantes, ya que se trataba de una enfermera experimentada, muy inteligente, pero nada dispuesta a aceptar órdenes de una jerarquía cerril.

Florence entendió inmediatamente cuál era la situación en Escutari, donde se encontraba el principal hospital británico. Como no deseaba ganarse la antipatía de los médicos, lo que habría dificultado las posibles reformas, sus primeras medidas fueron someter a sus enfermeras a la autoridad de los médicos e instalar una lavandería en el hospital. En tan sólo un mes ya había conseguido mejoras en el mantenimiento de las salas, había obtenido ropa de cama y prendas nuevas para los soldados y había mejorado las comidas del hospital.

Además de supervisar la asistencia a los pacientes, escribió cartas en nombre de los soldados, organizó un sistema para enviar dinero a sus familias y proporcionó juegos y cuartos de lectura a los convalecientes. Se enfrentó tanto con las autoridades militares como con el servicio de intendencia y no dejó ni un momento de descanso al director de los servicios médicos militares. El creciente interés del público por sus iniciativas dio a su opinión una fuerza de la que no disponían los reformadores en las filas del ejército. Muchas de las recomendaciones de la directora de enfermeras al Secretario de Estado para la Guerra se convirtieron rápidamente en nuevos reglamentos militares.

Si su genio administrativo la hizo ganarse el respeto de la reina Victoria y de muchos de los miembros del gobierno, lo que suscitó el cariño del pueblo británico fue la atención y el cuidado que dedicó personalmente a los soldados enfermos y heridos. Se dice que cada noche recorría los seis kilómetros de pasillos del hospital y un soldado agradecido recordaba cómo besaba la sombra de la “dama del candil” cuando ésta pasaba por su lado. Florence Nightingale se convirtió en un símbolo de esperanza en una campaña militar que, por lo demás, fue desastrosa.

En noviembre de 1855, en el momento en que la popularidad que ganó Florence durante la guerra de Crimea había llegado a su apogeo, un grupo de seguidores suyos organizaron una reunión pública en Londres con el fin de reunir fondos para que, a su regreso a Inglaterra, pudiera llevar a cabo la reforma de los hospitales civiles mediante la creación de una escuela modelo de enfermeras y de auxiliares de hospital. El Fondo Nightingale nació con muy poca colaboración de aquella cuyo nombre había adoptado; ésta, por aquellas fechas, se hallaba inmersa en los problemas de la guerra. No le prestó atención hasta 1860, e incluso entonces tuvo que afrontar otros problemas apremiantes.

Cuando volvió a Inglaterra, Florence se indignó al comprobar que las autoridades no parecían dispuestas a investigar demasiado sobre la desastrosa organización que había causado en Crimea 16.000 muertos por enfermedad frente a 4.000 muertos en el campo de batalla. Inmediatamente montó una campaña para la creación de una comisión investigadora, y el asunto no concluyó hasta 1860.

Según el biógrafo crítico Lytton Strachey, “Escutari le había proporcionado conocimientos, pero también le había dado poder: su inmensa reputación la sostenía; era una fuerza incalculable” (1918). En realidad, el “poder” de Nightingale era algo más sutil que lo que parecía dar a entender Strachey, pero aun así era irresistible.

## **La educación en el ejército**

Florence Nightingale utilizó su influencia para abogar en favor de la educación de los soldados británicos y de los médicos militares. A pesar de que las órdenes que recibió antes de ir a Crimea limitaban sus competencias, en el momento más crítico de la guerra Florence había señalado la falta de experiencia práctica de muchos de los jóvenes cirujanos y había



propuesto que recibieran lecciones sobre patología y cuestiones afines sin esperar a que acabara el conflicto. De hecho, y como resultado de su sugerencia, se instaló durante algún tiempo un laboratorio de patología en Escutari. Su interés por la instrucción práctica en medicina iba a ser luego compartida por la Comisión Real sobre sanidad en el Ejército Británico, que hizo de esa instrucción una de sus cuatro áreas de estudio.

Florence Nightingale contribuyó de modo decisivo a la creación de la Comisión Real en 1857. Con Sidney Herbert como presidente de la misma y con una mayoría de partidarios en la junta, Florence se dedicó a ordenar sus pruebas sobre la mala administración de los hospitales y a reunir estadísticas de mortalidad. (La elección en 1860 de Florence como primera mujer miembro de la Royal Statistical Society se basó esencialmente en la calidad de sus estadísticas sobre Crimea).

Florence Nightingale elaboró planes para la educación médica militar en sus “Notas sobre cuestiones relativas a la sanidad, la eficacia y la administración de los hospitales en el Ejército Británico”, publicadas en 1858 en una edición privada. El objetivo de la formación estaba claramente basado en las lecciones aprendidas en la reciente guerra:

[...] sea cual sea el grado de información científica de que disponen los estudiantes al entrar en el ejército, poco o nada puede deducirse de ello en lo tocante a sus conocimientos prácticos. Pero como ingresar en el ejército significa para ellos, automáticamente, enfrentarse con la práctica, y en un corto espacio de tiempo tienen pacientes a su cargo, parece necesaria la existencia de una escuela donde el alumno pueda adquirir un conocimiento práctico entre su ingreso en el ejército y el momento en que se incorpore a su regimiento (Nightingale, 1858, pág. 43).

Propuestas presentadas de modo tan convincente que fueron puestas en práctica por médicos y cirujanos experimentados, veteranos de la campaña de Crimea. En 1860, se creó la primera Escuela de Medicina Militar del Reino Unido en Fort Pitt, (Chatham).

Su interés por la educación en el ejército abarcaba desde la formación de los médicos hasta la enseñanza a las tropas. Un artículo de reciente publicación sobre este aspecto poco conocido de la labor de Florence Nightingale (Calabria, 1994) ha mostrado que tenía ideas más bien avanzadas para su época, ya que ella pensaba que podía educarse de algún modo al soldado raso. Si bien, como muchos de sus contemporáneos, era consciente de los efectos debilitantes que tanto el alcohol como la prostitución tenían para el ejército, Florence se distinguía de ellos porque creía que la condición del soldado era achacable al entorno más que a su propia naturaleza.

Nunca he podido compartir – escribía – el prejuicio sobre la indolencia, la sensualidad y la ineptitud del soldado. Al contrario, creo [...] que nunca he conocido a una gente tan receptiva y atenta como el del ejército. Si se les ofrece la oportunidad de enviar dinero a casa de manera rápida y segura [...] lo harán. Si se les ofrece una escuela, asistirán a clase. Si se les ofrece un libro, un juego y una linterna mágica, dejarán de beber (Goldie, 1987, pág. 21).

El éxito de las salas de lectura de Escutari alentó a Florence Nightingale después de la guerra a promover, con cierto éxito, la creación de salas similares en cuarteles más grandes.

La experiencia de Crimea brindó a Florence la oportunidad de poner a prueba sus ideas; de ahí que, después de la guerra, se sintiera obligada a publicar sus conclusiones (Nightingale, 1858a; 1858b; 1859). Sabía que había que aprovechar inmediatamente la posibilidad de sacar las lecciones de la guerra: “No podemos repetirlo, como si fuese un experimento químico. Debe ser presentado como un ejemplo histórico” (McDonald, 1993). Así como las reformas suscitadas por la guerra de Crimea requerían una atención inmediata, las reformas en la asistencia a los enfermos no precisaban de tanta urgencia. Así, Florence Nightingale sólo volvió a consagrarse a la formación de enfermeras en 1869, cuatro años después de la guerra de Crimea, actividad a la que su nombre siempre ha estado estrechamente unido.

## La formación de las enfermeras

La idea de formar enfermeras no era totalmente nueva en la Gran Bretaña de mediados del siglo XIX. Ya antes de la guerra de Crimea habían comenzado a resurgir las asociaciones de enfermeras, que agrupaban a numerosas mujeres competentes y moralmente intachables, en contraposición al estereotipo de enfermera borracha e ignorante creado por Charles Dickens. Durante los decenios de 1830-1840 y 1840-1850, y gracias a las nuevas libertades religiosas, se habían creado en Gran Bretaña numerosos centros como St. John's House, una hermandad anglicana creada en 1848, que en tres meses formaba a mujeres para cuidar a los enfermos pobres en sus propios hogares. Seis enfermeras de la St. John's House acompañaron a Florence Nightingale a Crimea; sin embargo, y a pesar de la amistad que entabló tanto con Mary Jones, directora de la hermandad, como con la reverenda madre Clare Moore, superiora del Convento de la Merced de Bermondsey, del que procedían algunas de las enfermeras de Crimea, Florence insistió en instaurar una formación laica de las enfermeras. A medida que maduraba su idea, era consciente de la resistencia que podía suscitar. Durante la guerra de Crimea, el rumor aparecido en la prensa de que algunas enfermeras habían intentado convertir a soldados en sus lechos de muerte había estado a punto de dar al traste con su misión. El temor a este tipo de controversias fue probablemente un factor de peso que hizo que Florence Nightingale se inclinara por la formación laica de enfermeras.

En los hospitales, algunos habían empezado ya a protestar ruidosamente contra las nuevas enfermeras. En 1856, John Flint South, cirujano en el hospital St. Thomas de Londres, declaró que en su opinión una enfermera no necesitaba más formación que una criada. A pesar de todo, Florence y el Fondo Nightingale comenzaron a negociar en 1859 la creación de un centro de formación de enfermeras en el hospital St. Thomas. La oposición de ciertos sectores de la profesión médica era inevitable.

Como decía más arriba, Florence Nightingale prefería intervenir de modo indirecto a tomar directamente decisiones, pero en lo que respecta a la Escuela Nightingale otros motivos pueden haberla llevado a permanecer en un segundo plano. La enfermedad que la había venido aquejando desde la guerra de Crimea limitaba su actividad, por lo que parecía lógico que delegase las funciones de dirección de la escuela, con su enorme volumen de trabajo, a alguna enérgica jefa de enfermeras. Aunque hubiera gozado de buena salud, probablemente nunca se hubiera dedicado a la enseñanza. De su correspondencia privada se desprende que no estimaba ser una buena profesora de mujeres. En diciembre de 1861 escribió a Mary Mohl no sin cierta exageración:

Mis teorías no han suscitado interés entre las mujeres. Las que fueron conmigo a Crimea no aprendieron nada de mí, y ninguna [...] ha sacado las lecciones de la guerra (Vicinus y Nergaard, 1989, pág. 230).

Le parecía también evidente que los mejores profesores eran los que practicaban realmente su oficio:

La autora de estas líneas, que conoce tal vez mejor que ninguna otra persona en Europa lo que podríamos llamar el trabajo de enfermera de hospital, es decir, la labor práctica de la enfermera, cree sinceramente que es algo imposible de aprender en los libros y que sólo se puede aprender a fondo en las salas de un hospital; también cree que para aprender a administrar cuidados médicos en cirugía, la mejor escuela de Europa es observar a una "monja" de cualquier hospital de Londres (Nightingale, 1860a).

Aunque Florence Nightingale consideraba que los libros de texto eran inapropiados para enseñar en qué consistía el "quehacer" de la enfermera, admitía que los libros podían ser útiles para familiarizarse con el entorno administrativo o sanitario de la labor de la enfermera. Su insistencia en que, para facilitar el estudio y la reflexión, cada alumna enfermera debía

tener su propia habitación en el Hogar Nightingale muestra que no sólo le preocupaba el aspecto práctico de la formación.

En sus primeros años, la Escuela Nightingale tenía las siguientes características:

- la escuela era independiente, pero estaba vinculada a un hospital;
- las alumnas dependían únicamente de la enfermera jefe;
- la escuela proporcionaba un hogar a las alumnas;
- la instrucción de las alumnas corría a cargo de miembros del hospital (monjas y médicos);
- la evaluación de las alumnas corría a cargo de las monjas y de la enfermera jefe;
- las alumnas recibían un salario mínimo durante su formación;
- el contrato de alumna enfermera estipulaba que ésta debía aceptar, tras su formación, un puesto en algún hospital elegido por el Fondo Nightingale, cuya política consistía en enviar grupos de enfermeras para difundir el sistema Nightingale de formación en otros hospitales.

La nueva labor de Florence Nightingale entrañaba no pocas dificultades. El sistema dependía de monjas que carecían de formación; los médicos, como era de prever, no entendían que las enfermeras necesitaran una formación específica; la enfermera jefe, Sarah Wardroper, responsable de las enfermeras en el hospital, utilizaba a las alumnas como personal suplementario. En definitiva, no resultaba fácil encontrar alumnas con las cualidades requeridas.

Según Monica Baly, historiadora del Fondo Nightingale:

El candil de Nightingale no dio luz inmediatamente; la reforma llegó de manera lenta y penosa, de forma que lo que se conoció como el sistema Nightingale no fue el proyecto ideal imaginado por Florence Nightingale, sino un experimento pragmático derivado de un compromiso forzoso (Baly, 1986, pág. 230).

La afirmación de la doctora Baly es sin duda acertada: la escuela no progresó de manera tan regular como sugirieron los primeros historiadores, y la primera década fue especialmente difícil. Ahora bien, el dispositivo que empezó a emerger durante los años siguientes mejoró considerablemente, sobre todo gracias a una serie de iniciativas tomadas por la propia Florence Nightingale en los años posteriores a 1870. En realidad, no hay muchas razones para creer que la formación de enfermeras fuera para ella algo más que un experimento. Su amarga experiencia con la Comisión Real sobre la sanidad en el ejército le había enseñado que las reformas no se conseguían de golpe. Desde 1872 hasta que sus fuerzas empezaron a flaquear, siguió de cerca el desarrollo de la escuela y los progresos de muchas alumnas a las que enviaba anualmente un documento impreso lleno de consejos prácticos y morales.

Otro punto que conviene tener en cuenta a la hora de valorar el éxito de la Escuela Nightingale es que, a pesar de sus comienzos difíciles, su crédito llegó a ser enorme, en parte porque Nightingale seguía siendo una leyenda, pero también gracias al duro trabajo realizado. Henry Bonham-Carter, primo de Florence Nightingale y secretario del Fondo Nightingale de 1861 a 1914, contribuyó con su dedicación a que se reconocieran los resultados de la Escuela Nightingale. En 1887, año en el que se jubiló de su puesto de dirección la Sra. Wardroper, Bonham-Carter tuvo la satisfacción de anunciar que 42 hospitales contaban con enfermeras jefes formadas en la Escuela Nightingale, en la que un total de 520 enfermeras habían completado su instrucción. Los éxitos de la escuela facilitaron la incorporación de alumnas mejor capacitadas, por lo que “enfermeras Nightingale” cada vez mejor preparadas comenzaron a crear sus propias escuelas de enfermeras.

Las primeras emigraciones de “enfermeras Nightingale” a Australia, Canadá, India, Finlandia, Alemania, Suecia y Estados Unidos permitieron la creación de una red internacional de escuelas que aplicaban el sistema Nightingale. A medida que el oficio de enfermera se convertía en todo el mundo en una ocupación digna para la mujer, el “candil” de

Florence Nightingale pasó a ser el emblema de la profesión, simbolizando, por un lado, la esperanza transmitida a los heridos en Crimea y, por otro, la cultura y el estudio. Cuando, en 1934, se creó la Florence Nightingale International Foundation con el objeto de perpetuar dignamente el legado educativo de Florence Nightingale, su emblema fue, naturalmente, un “candil”.

## Las teorías de Florence Nightingale

Si hubo un momento en que pudo decirse que del candil de Florence Nightingale venía efectivamente la luz, fue en 1882, año en que escribió dos artículos para el *Quain's dictionary of medicine* titulados “Formación de las enfermeras” y “Cómo cuidar al enfermo”. En el primero presentó por vez primera los requisitos que debía cumplir una escuela ideal de enfermeras, a partir de la experiencia de la Escuela Nightingale. Una de las condiciones básicas era la presencia de “monjas residentes”. Su papel consistía en consolidar la instrucción recibida en las salas y en evaluar el progreso moral de las alumnas. De hecho, era la primera profesora de enfermeras especializada. Resulta sorprendente que en 1860 Florence Nightingale hubiera concebido la formación de enfermeras sin esta función y que hubiera estimado suficiente la intervención de la enfermera jefe, de las monjas y de los médicos.

Nightingale expuso también una teoría sobre el aprendizaje en la que hacía hincapié en la adquisición de las destrezas prácticas:

La observación indica *cómo* está el paciente; la reflexión indica *qué* hay que hacer; la destreza práctica indica *cómo* hay que hacerlo. La formación y la experiencia son necesarias para saber *cómo* observar y *qué* observar; *cómo* pensar y *qué* pensar (Nightingale, 1882).

Florence Nightingale consideraba que, una vez que la enfermera había “aprendido a aprender”, el proceso de formación debía continuar más allá de la escuela. Sus ideas al respecto eran asombrosamente vanguardistas: “hoy en día, cada cinco o diez años [...] se necesita una segunda formación” (Seymer, 1954, pág. 333). No es de extrañar que durante sus últimos años Florence Nightingale criticara la profesionalización de las enfermeras. En su opinión, la inscripción en un registro profesional pondría un punto final a la formación, llevaría a la presunción y en definitiva no sería más que una reproducción de la trayectoria profesional que habían seguido los médicos. Florence destacaba lo que de específico tenía la actividad de la enfermera y la responsabilidad personal de ésta en el bienestar del paciente. A su entender, era más fácil conseguir este bienestar si la enfermera entendía su trabajo como una llamada interior o una vocación, más que como una profesión. Tal vez era inevitable, pero finalmente sus razonamientos fueron desoídos.

## Promotora de la educación

La educación formó parte de cada una de las parcelas de la vida de Florence Nightingale. En todas ellas, el nexo común era su preocupación por que los métodos educativos fuesen prácticos y reflejasen los objetivos de dicha educación.

Se interesó profundamente por la escuela primaria local cercana a su casa familiar, en el condado de Derbyshire. Aunque proporcionó libros a la biblioteca de la escuela, estaba también interesada en otros métodos de enseñanza. Como la geología del condado de Derbyshire era muy rica, recomendó la utilización en las aulas de muestras minerales como material didáctico. Este sistema tenía muy poco que ver con los aburridísimos métodos de Mister Gradgrind, la caricatura del maestro victoriano que describió Charles Dickens.

Su interés por las escuelas se extendió a las colonias británicas. Le interesaban especialmente los efectos de la escolarización en la salud de los niños. En 1863, con el patrocinio del duque de Newcastle, dirigió un estudio estadístico en 143 escuelas coloniales de Australia, Canadá, Sudáfrica y Ceilán (el actual Sri Lanka). Temía que los métodos educativos europeos no estuvieran adaptados a la educación de las poblaciones indígenas. En su correspondencia con Sir George Grey, gobernador de Nueva Zelanda, explicaba:

Mantener durante gran parte del día a unos cuantos niños en un aula, llenándoles la cabeza de fórmulas e intentando despertar su interés, [sería] desastroso para una raza no acostumbrada a ese tratamiento. Ocasionalmente problemas de salud, escrófula y tuberculosis en los niños. De hecho, sería condenarlos a una muerte lenta (Keith, 1995).

Según Jocelyn Keith, este consejo fue ignorado por completo.

En los últimos años del decenio 1860-1870, Nightingale centró su atención en el tema de la educación en los asilos de pobres. Su crítica mordaz al régimen terrible a que estaban sometidos los pobres allí alojados fue unánimemente aplaudida. El fondo de su argumentación era que no había que castigar a los pobres, sino enseñarles a que se valieran por sí mismos, y que era por tanto importante impartirles un adiestramiento práctico que les permitiera adquirir destrezas manuales. Estaba convencida de que había que sacar a los niños del ambiente de los asilos para que pudieran educarse en las escuelas industriales de reciente creación.

Su vieja amistad con el doctor Benjamin Jowett, director del Balliol College de la Universidad de Oxford, hizo que se interesara por la educación universitaria. En 1870-1880, Florence había apoyado la idea de crear una medalla al mérito por los trabajos estadísticos en memoria de Adolphe Quételet, fundador de la estadística moderna. A principios del decenio de los noventa, Jowett reavivó su deseo de fomentar la estadística y la puso en contacto con el profesor Francis Galton, el conocido matemático. Juntos concibieron el proyecto de creación de una nueva cátedra de Estadística en Oxford. En una carta dirigida a Galton, con fecha del 7 de febrero de 1891, Florence Nightingale propuso que en dicha cátedra se estudiara la importancia de la estadística para disciplinas como la educación, la criminología, los asilos y la India. Sus propuestas no prosperaron, y los historiadores no han podido encontrar las causas de tal fracaso. Conviene resaltar que los medios universitarios de la época por lo general no compartían el interés de Florence Nightingale por la aplicación de la estadística a los problemas sociales. Karl Pearson, el padre de la estadística aplicada moderna, reconoció el interés de las ideas de Florence Nightingale, de modo que su contribución no fue del todo inútil.

## Conclusión

En uno de sus trabajos, Florence Nightingale citó una frase de una conferencia sobre educación en las universidades de St. Andrew y de Glasgow que resumía perfectamente su propio punto de vista: “[...] educar no es enseñar al hombre a saber, sino a hacer” (Nightingale, 1873, pág. 576). Parece justo juzgar la contribución de Florence Nightingale a la educación teniendo en cuenta los resultados concretos de sus reformas. Estas líneas que le fueron escritas por Benjamin Jowett hubieran podido servir de epitafio:

Usted despertó sentimientos románticos en muchas personas hace 23 años, de regreso de Crimea [...] pero ahora trabaja en silencio y nadie sabe cuántas vidas salvan sus enfermeras en los hospitales, ni cuántos miles de soldados [...] están vivos gracias a su previsión y a su diligencia, ni cuántos indios de esta generación y de las generaciones venideras habrán sido preservados del hambre y de la opresión gracias a la energía de una dama enferma que apenas puede levantarse de la cama. El mundo lo ignora o no piensa en ello. Pero yo lo sé y a menudo pienso en ello (31 de diciembre de 1879).

## Notas

1. *Alex Attewell (Reino Unido)*. Tras ocupar el cargo de conservador adjunto de un museo de historia de los hospitales del oeste de Inglaterra, en 1989 comenzó a trabajar en el museo Florence Nightingale de Londres. En 1993 fue elegido miembro de la Asociación de Museos y en 1994 fue nombrado director del museo Florence Nightingale. Pronuncia frecuentemente conferencias, participa en programas de radio y organiza exposiciones temporales en el área de su especialización. Correo electrónico: a.attewel@florence-nightingale.co.uk
2. Fue la primera de cuatro experiencias de ese tipo que Florence recogió en su diario.

## Referencias

- Baly, M.E. 1986. *Florence Nightingale and the nursing legacy* [Florence Nightingale y el legado enfermero]. Beckenham, Reino Unido, Croom Helm.
- Calabria, M. 1994. Florence Nightingale and the libraries of the British Army [Florence Nightingale y la bibliotecas del ejército británico]. *Libraries and culture* (Austin, Texas), vol. 29, n° 4, págs. 367-388.
- Goldie, S.; (comp.). 1987. *Florence Nightingale in the Crimean War, 1854-56* [Florence Nightingale en la Guerra de Crimea, 1854-1856]. Manchester, Reino Unido, Manchester University Press.
- Keith, J. 1995. What if they had listened to Florence?: an essay in contrafactus [¿Y si hubieran escuchado a Florence? Ensayo sobre una acción entorpecida]. En: Bryder, L.; Dow, W. (comps.). *New countries and old medicine*, págs. 340-346. Auckland, Nueva Zelandia, Pyramid Press.
- McDonald, L. 1993. *Women founders of the social sciences* [Mujeres fundadoras de las ciencias sociales]. Ottawa, Carleton University Press.
- Nightingale, F. 1851. *The institution of Kaiserswerth on the Rhine, for the practical training of deaconesses, under the direction of the Rev. Pastor Fliedner, embracing the support and care of a hospital, infant and industrial schools, and a female penitentiary* [La institución de Kaiserswerth del Rin, para la formación práctica de las diaconesas, bajo la dirección del pastor Fliedner, incluido el apoyo y el cuidado de un hospital, de escuelas para niños y de aprendizaje, y de un penitenciario de mujeres]. Londres, Colonial Ragged Training School. 32 págs.
- . 1858. *Subsidiary notes as to the introduction of female nursing into military hospitals in peace and in war. Presented by request to the Secretary of State for War* [Notas subsidiarias sobre la introducción de la enfermería femenina en los hospitales militares, tanto en tiempo de paz como en tiempo de guerra]. Londres, Harrison & Sons. 133 págs.
- . 1858. *Notes on matters affecting the health efficiency and hospital administration of the British Army founded chiefly on the experience of the late war. Presented by request to the Secretary of State for War* [Notas sobre las cuestiones relativas a la eficacia del hospital y de la administración del ejército británico, basadas principalmente en la experiencia adquirida en la última guerra. Presentadas a petición del Secretario de Estado para la Guerra]. Londres, Harrison & Sons, 567 págs.
- . 1860. *Notes on nursing: what is and what is not* [Notas sobre los cuidados de enfermería: lo que son y lo que no son]. Londres, Harrison. 70 págs.
- . 1873. A “Note” of interrogation [Un punto de interrogación]. *Frasers magazine*. Mayo, págs. 567-577.
- O’Maley, I.B. 1930. *Florence Nightingale, 1820-56*. Londres, Thornton Butterworth, 416 págs.
- Seymer, L. (comp.). 1954. *Selected writings of Florence Nightingale* [Páginas escogidas de Florence Nightingale]. Nueva York, MacMillan. 397 págs.
- Strachey, L. 1918. Florence Nightingale. En: *Eminent Victorians* [Figuras eminentes de la época victoriana]. Londres, Chatto & Windus. (Publicado también en Penguin Books.)
- Vicinus, M.; Nergaar, B. (comps.). 1989. *Ever yours, Florence Nightingale* [Siempre vuestra, Florence Nightingale]. Londres, Virago Press. 461 págs.

## Obras de Florence Nightingale

1851. *The institution of Kaiserswerth on the Rhine, for the practical training of deaconesses, under the direction of the Rev. Pastor Fliedner, embracing the support and care of a hospital, infant and industrial schools, and a female penitentiary* [La institución de Kaiserswerth del Rin, para la formación práctica de las diaconesas, bajo la dirección del pastor Fliedner, incluido el apoyo y el cuidado de un hospital, de escuelas para niños y de aprendizaje, y de un penitenciario de mujeres]. Londres, Colonial Ragged Training School. 32 págs.
- 1858a. *Notes on matters affecting the health efficiency and hospital administration of the British Army founded chiefly on the experience of the late war. Presented by request to the Secretary of State for War* [Notas sobre las cuestiones relativas a la eficacia del hospital y de la administración del ejército británico,

- basadas principalmente en la experiencia adquirida en la última guerra. Presentadas a petición del Secretario de Estado para la Guerra]. Londres, Harrison & Sons, 567 págs.
- 1858b. *Subsidiary notes as to the introduction of female nursing into military hospitals in peace and in war. Presented by request to the Secretary of State for War* [Notas subsidiarias sobre la introducción de la enfermería femenina en los hospitales militares, tanto en tiempo de paz como en tiempo de guerra. Presentadas a petición del Secretario de Estado para la Guerra]. Londres, Harrison & Sons. 133 págs.
1859. *Notes on hospitals: being two papers read before the National Association for the Promotion of Social Science, at Liverpool, in October 1858. With the evidence given to the Royal Commissioners on the State of the Army in 1857* [Notas sobre los hospitales: compuestas por dos textos leídos ante la Asociación Nacional para la Promoción de la Ciencia Social, en Liverpool, octubre de 1858.]. Londres, John W. Parker & Sons. 108 págs.
- 1860a. *Notes on nursing: what is and what is not* [Notas sobre los cuidados de enfermería: lo que son y lo que no son]. Londres, Harrison. 70 págs.
- 1860b. *Suggestions for thought for searchers after religious truth* [Sugestiones para la reflexión destinadas a los que buscan la verdad en la religión]. 3 vols. Londres, Eyre & Spottiswoode. (Edición privada.)
- 1863a. *How people may live and not die in India* [Cómo las poblaciones pueden vivir en lugar de morir en la India]. Londres, Emily Faithfull. 11 págs.
- 1863b. *Notes on hospitals* [Notas sobre los hospitales]. Tercera edición. Londres, Longmans. 187 págs.
- 1863c. *Sanitary statistics of native and colonial schools and hospitals* [Estadísticas sanitarias de las escuelas y de los hospitales nacionales y coloniales]. Londres. 67 págs.
1865. *The organization of nursing in a large town (an account of the Liverpool nurses' training school). With an introduction by Florence Nightingale* [La organización de las enfermeras en una gran ciudad (una descripción de la escuela de formación de enfermeras de Liverpool. Introducción de Florence Nightingale)]. Liverpool. 103 págs.
1867. *Suggestions on the subject of providing, training, and organising nurses for the sick poor in workhouse infirmaries* [Sugestiones para suministrar, formar y organizar las enfermeras para los enfermos pobres en las enfermerías de empresa]. *En: Report of the committee on cubic space of metropolitan workhouses with papers submitted to the committee.* Parliamentary Blue Book, págs. 64-79.
1871. *Introductory notes on lying-in instructions. Together with a proposal for organising an institution for training midwives and midwifery nurses. By Florence Nightingale* [Notas de introducción sobre las maternidades: con una proposición para organizar una institución destinada a formar comadronas y enfermeras de obstetricia. Por Florence Nightingale]. Londres, Longmans, Green & Co. 110 págs.
- 1873a. A "Note" of interrogation [Un punto de interrogación]. *Frasers magazine*. Mayo, págs. 567-77.
- 1873b. A sub-"Note" of interrogation. What will our religion be in 1999? [Un nuevo punto de interrogación. ¿Qué será nuestra religión en 1999?]. *Frasers magazine*, págs. 25-36.
- 1874a. *Life or death in India. A paper read at the meeting of the National Association for the Promotion of Social Science, Norwich, October, 1873. With an appendix "life or death by irrigation"* [Vivir o morir en la India. Texto leído en la reunión organizada por la Asociación Nacional para la Promoción de la Ciencia Social, Norwich, octubre de 1873. Con el anexo, "La irrigación, cuestión de vida o muerte"]. Londres, Harrison & Sons. 63 págs.
- 1874b. *Suggestions for improving the nursing services of hospitals and on the method of training nurses for the sick poor* [Sugestiones para mejorar los servicios de enfermería en los hospitales y método de formación de enfermeras especializadas en los cuidados a los pobres]. 18 págs.
1876. *Metropolitan and National Association for providing trained nursing for the sick poor. On trained nursing for the sick poor* [Asociación metropolitana y nacional para el suministro de cuidados de enfermería a los pobres por enfermeras formadas. Acerca del tema de la formación de enfermeras especializadas en cuidados a los pobres]. Londres, Spottiswoode & Co. 12 págs.
1879. A missionary health officer in India [Un misionero, oficial de salud en la India]. *En: Good words* (tres artículos), julio, agosto y septiembre de 1879. págs. 492-496, 565-571 y 635-640.
1882. "Nurses, training of" and "Nursing the sick" ["Enfermeras, formación de las" y "Cuidados para los enfermos"]. *En: Quain's dictionary of medicine*, págs. 1038-1043; 1043-1049.
1892. Three letters [Tres cartas]. *En: Report of the training of rural health missionaries and of their village lecturing and visiting under the Bucks County Council: 1891-1892.* Winslow, Reino Unido, E.J. French, 50 págs.
1893. "Sick-nursing and health-nursing" [Cuidados a los enfermos y cuidados sanitarios]. *En: Woman's mission: a series of congress papers on the philanthropic work of women by eminent writers.* Londres, Sampson Low, Marston & Co., págs. 184-199.
1894. *Health teaching in towns and villages. Rural hygiene* [La enseñanza de los cuidados sanitarios en las ciudades y en los pueblos. La higiene rural]. Londres, Spottiswoode & Co. 27 págs.

La obra de Bishop y Goldie *Bio-bibliography* sigue siendo la mejor guía de los 200 libros, informes, artículos y opúsculos de Florence Nightingale. De las nuevas ediciones inglesas posteriores a la publicación de la *Bio-bibliography*, sólo citaremos a continuación las dos más importantes.

Bishop, W.J.; Goldie, S. 1962. *A Bio-bibliography of Florence Nightingale* [Biobibliografía de Florence Nightingale]. Londres, Dawson's of Pall Mall.

Nightingale, F. 1991. *Cassandra and other selections from suggestions for thought* [Cassandra y otras selecciones de sugerencias para la reflexión] (Edición preparada por M.A. Poovey). Londres, Pickering & Chatto.

Skretkowitz, V., edición 1992. *Florence Nightingale's notes on nursing* [Notas de Florence Nightingale sobre los cuidados de enfermería]. (Revisado con apéndices). Londres, Scutari Press.

### **Obras sobre Florence Nightingale**

Cook, E.T. 1913. *The life of Florence Nightingale* [La vida de Florence Nightingale]. 2 vols. Londres, Macmillan.

O'Malley, I.B. 1930. *Florence Nightingale, 1820-1856*. Londres, Thornton Butterworth. 416 págs.

Woodham-Smith, C. 1992. *Florence Nightingale*. Londres, Constable.

Texto extraído de: ATTEWELL, Alex. 2000. *Florence Nightingale (1820-1910)*. En sitio web UNESCO. Oficina Internacional de Educación. Recuperado el 19 de noviembre, de 2011, de <http://www.ibe.unesco.org/publications/ThinkersPdf/nightins.PDF>



## Sofia Kovalevskaya o el camino poético de la matemática

*“Es imposible ser matemático sin tener alma de poeta [...] El poeta debe ser capaz de ver lo que los demás no ven, debe ver más profundamente que otras personas. Y el matemático debe hacer lo mismo.”*  
S. KOVALEVSKAYA

La fascinante personalidad de Sofía Kovalevski, delineada por su afición a la literatura y las matemáticas, muestra que así como no hay oposición entre el poeta y el matemático, tampoco la hay entre la matemática y la mujer. Sofía plantea que lo que hermana al poeta y al matemático es su capacidad para profundizar en la realidad y advertir lo que otros no ven, y para ello hace falta el poder creador que se logra a través del esfuerzo, la perseverancia y la imaginación. Y es precisamente por tales características que el espíritu libre de Sofía urbanizará, con su trayectoria vital e intelectual, la vía femenina de la matemática del siglo XIX en su versión académica y profesional, lo que hace posible afirmar que, tal como reza el título del libro de Susana Mataix, *Matemática es nombre de mujer*, ambos términos remiten perfectamente a su género sin contradicción alguna. La nota femenina en la matemática encuentra en esta mujer rusa una digna embajadora que dedicó su efímera pero productiva existencia a incursionar en un espacio donde fuese posible ser matemática y poeta no obstante ser mujer. Y su búsqueda –como sabemos hoy– la llevó a encontrar un lugar propio en esos dos mundos. Sofía decidió escribir su vida y su trayectoria intelectual con letras y números, dejando así su nombre tallado en la historia de un modo perdurable. Pero siendo que la historia suele ocultar o cuando menos opacar a sus figuras femeninas, es preciso obligarnos a recordar quién fue y qué hizo Sofía Kovalevski.

Sofía Vassilievna Korvin-Krokovskaya (su nombre se translitera como Sophie, Sonya, Sonja o Sonia, cuyo apellido Kovalevskaya, con que después será conocida, significa la “mujer de Kovalevski”) nació el 15 de enero de 1850 en Moscú, en el seno de una familia perteneciente a la nobleza rusa, y murió el 10 de febrero de 1891 en Estocolmo. Su padre, Vasili Korvin-Krukovsky, era militar y llegó a ser general al servicio del zar nicolás I; su madre, Elizaveta Shubert, miembro de la alta burguesía, era hija del astrónomo de origen alemán Fiodor Fiodorovitch Schubert. El hecho fortuito de haber nacido en semejante familia la favoreció en muchos aspectos; sobre todo porque tuvo una educación esmerada que desde su más tierna infancia le permitió determinar claramente sus aficiones e intereses y descubrir la vocación que daría sentido a su vida.

Las mujeres de entonces veían su destino concretado a una vida mediocre y rutinaria y al papel de esposa y madre, pero no fue éste el suyo. Y no lo fue porque Sofía descubrió muy pronto que el universo que deseaba habitar era el del conocimiento, un mundo hecho de letras y de números en que no tenían cabida alguna convencionalismos ni cortapisas; por eso supo también desde pequeña que debía ir a contracorriente y luchar por construirse ese espacio. Y justamente a eso dedicó su vida entera.

Sofía, luchadora recalcitrante, rebelde y ajena a la pauta que dictaba su época, demostró también tempranamente que la libertad de espíritu nada tenía que ver con su condición de mujer y, por ende, que debía hacerlo prevalecer a cualquier precio. Y si éste era el de ser considerada una “monstruosidad” o una “anomalía de la naturaleza” –como muchos años después dijera de ella August Strindberg–, poco o nada habría de importarle si en cambio alcanzaba su meta. Sofía, que en el nombre llevaba su sino (“sabiduría”), se aprestó a librar su guerra, y podemos decir que venció con las mejores armas: las del intelecto y la imaginación. Tal vez sea por ello que Walter Gratzer no vacila en presentarla del modo siguiente: “Fue una matemática de gran talento. Su nombre aparece en los libros de texto actuales y en el teorema de Cauchy-Kovalevsky de las ecuaciones diferenciales, y también hizo notables contribuciones a la mecánica y la física, especialmente a la teoría de la propagación de la luz en sólidos cristalinos. Su vida es materia de una novela romántica”.

Y quizás esta novela de su vida la constituyan dos circunstancias que diferenciaron su crianza de la de la mayoría de las mujeres de su época y condición, como lo ha señalado Ann Hibnerkoblitz: el hecho familiar inicial que determinó su formación científica, y la atmósfera sociopolítica que hace respirar a Sofía los aires de un tiempo nuevo que, centrado en la filosofía nihilista, habría de llevarla por el camino de la lucha y la reivindicación de los derechos femeninos. Ambas circunstancias han de marcar la trayectoria existencial e intelectual de esta mujer rusa del siglo XIX, que hoy puede representar el papel de heroína de una novela cuya trama instaura con su tejido histórico la realidad última de una mujer que supo vivir y pensar bajo su propio riesgo, convirtiendo así la ficción en realidad. Sofía se muestra ante nosotros como la romántica protagonista de la novela de su propia vida, que termina también romántica y hasta paradójicamente de manera absurda, pues cuando finalmente empezaba a disfrutar los merecidos frutos de su esfuerzo, la muerte canceló sus senderos y la obligó al silencio. Pero habrá que decir que la muerte no acabó con su obra, y que en el colmo de la paradoja fue justamente ella, la muerte, la que descorrió los velos que la encubrían y terminó por lanzarla al reconocimiento y a la fama: “La noticia de su muerte conmovió a todo el mundo. Matemáticos, artistas e intelectuales de toda Europa enviaron telegramas y flores. En todos los periódicos y revistas aparecieron artículos alabando a esta mujer excepcional”.

Ahora bien, digamos que reconocimiento y fama le vienen a Sofía de muchos asaltos que, ganados con denuedo, pronto se convirtieron en cruentas batallas que terminarían por configurar una sola guerra: la del derecho de ser una mujer ocupada en tareas intelectuales –literarias y científicas– en un mundo que sólo otorgaba semejante privilegio a los varones. Por ende, la vida de Sofía se puede ver como la lucha por saber de una mujer rusa, como bien reza el título de la obra de Xaro Nomdedeu Moreno. Y en este sentido cabría referirse a ella no sólo por lo que específicamente aportó al campo de la matemática, sino también por su labor en el campo político y social, donde luchó por los derechos de las mujeres desde una trinchera nihilista. En efecto, Sofía, matemática y poeta, afincó sus ideas en las teorías nihilistas de la época, las que “se oponían a todo lo que representaba la sociedad rusa tradicional, cuestionando todas las formas de autoridad y considerando la destrucción del

viejo orden como la principal herramienta de cambio político. Frente al orden patriarcal, [los nihilistas] creían en la igualdad de sexos; frente a la religión cristiana, eran ateos y materialistas; frente a la familia tradicional, reivindicaban las comunas y el amor libre; frente al orden social establecido, creían en la evolución y el progreso rechazando todas las convenciones e ideas preestablecidas. Y, por encima de todo, reivindicaban el papel de la ciencia como fuerza liberadora en la construcción de una nueva sociedad, desterrando la superstición, la ignorancia y los privilegios”. Podemos decir, entonces, que la lucha de Sofía –personal y socialmente– se centró en la reivindicación del papel de las mujeres en el mundo político e intelectual, de lo que ella misma es el mejor ejemplo. Sofía Kovalevskaya fue así una literata y matemática nihilista, abogada de derechos de la mujer en el siglo XIX y “Princesa de la Ciencia”, título con que pasó a la historia.

Y de entre toda su actividad, es esta última la que aquí nos interesa por el momento, ya que la presencia de Sofía Kovalevski en las páginas de la historia de la matemática no es de ningún modo ni azarosa ni gratuita. Los hechos muestran que su obra merece ser consignada en ese recuento, pues no hay duda de que –tal como ha sido aceptado por la mayoría de los estudiosos– “fue una gran matemática: creativa, original e innovadora”. Y claro está que en la historia contemporánea de las matemáticas su nombre ha de figurar como el de la primera mujer que logró reconocimiento profesional y académico en esa rama del conocimiento. Sofía fue la primera en adquirir un título de doctora en matemáticas, la primera catedrática de matemáticas en una universidad europea, la primera en obtener el Premio Bordin de Matemáticas y, por si fuera poco, también la primera en ocupar un puesto de editora en una revista científica.

Con semejantes credenciales, tendríamos que hacer gala de mezquindad para regatearle el sitio que le corresponde, pese a lo cual no falta quien así lo haga. Por ello, en lo que sigue trataremos de hacer un retrato de Sofía para mostrar cómo llegó esta rusa a cristalizar su quehacer científico. Y dado que ello daría para un libro completo, nos limitaremos aquí a señalar algunos de sus logros que, en síntesis, se refieren a las investigaciones centradas en el análisis matemático, que han hecho que su nombre pase a la historia con el teorema de Cauchy- Kovaleskaya. Por otro lado, cabe también señalar, para tener una idea clara de la amplitud del horizonte científico de su trabajo, que aquello por lo que fue conocida en toda Europa –su especialización, digamos– fue la teoría de funciones abelianas, que su estudio sobre los anillos de Saturno representa su aportación a la matemática aplicada, que su mayor éxito matemático fue la investigación sobre la rotación de un sólido alrededor de un punto fijo y que su labor última aborda una simplificación de uno de los teoremas de Bruns.

Preguntémonos primeramente cómo fue posible que Sofía fecundara de tal modo el territorio de una ciencia que parece ser impenetrable a la mayoría de las personas. Ya hemos adelantado que este camino lo inaugura a través de las letras; en efecto, sabemos por la propia Sofía que desde pequeña, una vez asomada al mundo del intelecto, se apasionó por la literatura y por las ciencias. La niña rusa se internó así en el mundo de las letras y los números: amaba la lectura, la poesía y el lenguaje de la matemática. Este amor por la lectura le

hacía sentir que tenía un alma de poeta, la que al correr de los años la llevaría de la mano por los cauces de la creación literaria, aunque fue ciertamente la matemática el objetivo vital que la guiaba: “Comencé a sentir una atracción tan intensa por las matemáticas, que empecé a descuidar mis otros estudios”; “no entendía el significado de los conceptos, pero actuaban sobre mi imaginación, inspirándome un respeto por las matemáticas como una ciencia excitante y misteriosa que abría las puertas a sus iniciados a un mundo maravilloso, inaccesible al resto de los mortales”. Así pues, se dio a la tarea de emprender por sí misma la aventura de desentrañar los misterios de la ciencia de esos números que tanto la intrigaban, y parece ser que todo ello comenzó durante las discusiones que tenía con su tío Piotr Vasilievch Krukovsky, un apasionado de las matemáticas, quien le explicaba la cuadratura del círculo o la resolución de ecuaciones. Pero junto a ello está también la famosa anécdota del papel tapiz que cubría la pared de su cuarto, pues fue al contemplarlo cómo la niña adquirió conciencia clara de su verdadera vocación. De ambos hechos da cuenta Sofía en la extensa cita que sigue:

Más que nada, [mi tío] amaba comunicar las cosas que había logrado leer y aprender en el curso de su larga vida. Fue durante tales conversaciones cuando tuve ocasión de oír por primera vez ciertos conceptos matemáticos que me causaron una fuerte impresión. Mi tío hablaba de la “cuadratura del círculo”, de la asíntota –esa línea recta a la que una curva se aproxima constantemente sin alcanzarla nunca– y de otras muchas cosas que eran completamente ininteligibles para mí y que, pese a todo, parecían misteriosas y profundamente atractivas al mismo tiempo. Y a todo esto, reforzando aún más el impacto que me produjeron estos términos matemáticos, el destino añadió otro suceso completamente accidental. Antes de nuestro traslado al campo desde Kaluga, toda la casa fue repintada y empapelada. El papel de pared había sido encargado a Petersburgo, pero no se había calculado muy bien la cantidad necesaria y por ello faltaba papel para una habitación. Al principio se intentó encargar más papel [...], pero con la laxitud campesina y la característica inercia rusa todo quedó pospuesto indefinidamente, como suele suceder en tales situaciones. Mientras tanto pasaba el tiempo, y aunque todos estaban intentando, decidiendo y disponiendo, la redecoración del resto de la casa se concluyó. Finalmente se decidió que sencillamente no valía la pena molestarse en enviar un mensajero especial a la capital, a quinientas verstas de distancia, para un simple rollo de papel de pared. Considerando que todas las demás habitaciones estaban arregladas, la de los niños podría decorarse muy bien sin papel especial. Se podría pegar simplemente papel normal en las paredes, teniendo en cuenta en especial que nuestro desván de Polibino estaba lleno de montones de periódicos viejos acumulados durante muchos años y que permanecían allí en total desuso. Dio la feliz casualidad de que allí en el ático, en el mismo montón que los viejos periódicos y otras basuras, estaban almacenadas las notas de clase litografiadas del curso impartido por el académico Ostrogradsky sobre cálculo diferencial e integral al que mi padre había asistido cuando era un oficial muy joven del ejército. Y fueron estas

hojas las que se utilizaron para empapelar las paredes de mi habitación infantil.

Yo tenía entonces unos once años. Cuando miré un día las paredes, advertí que en ellas se mostraban algunas cosas que yo ya había oído mencionar a mi tío. Puesto que en cualquier caso yo estaba completamente electrizada por las cosas que él me contaba, empecé a examinar las paredes con mucha atención. Me divertía examinar estas hojas, amarillentas por el tiempo, todas moteadas con una especie de jeroglíficos cuyos significado se me escapaba por completo, pero que – esa sensación tenía– debían significar algo muy sabio e interesante. Y permanecía frente a la pared durante horas, leyendo y releendo lo que estaba allí escrito. Tengo que admitir que entonces no podía dar ningún sentido a nada de ello y, pese a todo, algo parecía empujarme hacia esta ocupación. Como resultado de mi continuo examen aprendí de memoria mucho de lo escrito, y algunas de las fórmulas, en su forma puramente externa, permanecieron en mi memoria y dejaron una huella profunda. Recuerdo en particular que en la hoja de papel que casualmente estaba en el lugar más destacado de la pared había una explicación de los conceptos de cantidades infinitamente pequeñas y de límite. La profundidad de esa impresión quedó en evidencia varios años más tarde, cuando yo estaba tomando lecciones del profesor A. n. Strannolyubsky en Petersburgo. Cuando él explicaba esos mismos conceptos se quedaba sorprendido de la velocidad con la que yo los asimilaba y decía: “Tú los has entendido como si los supieses de antemano”. Y, de hecho, desde un punto de vista formal, buena parte de este material había sido familiar para mí desde hacía mucho tiempo.

Por consiguiente, en parte por la influencia del tío y en parte por el papel de pared, resultó que Sofía ya no pudo pensar en otra cosa que en estudiar la ciencia misteriosa de la matemática. Pero el padre no gustaba de tales aficiones pues pensaba, con la mentalidad que regía la época, que las mujeres no debían dedicarse a menesteres intelectuales, así que decidió poner fin a las extravagantes aspiraciones de la hija y suspender sus clases, cosa que no sirvió de nada porque Sofía se empeñó en lo suyo y encontró el modo de burlar la prohibición del padre: “Puesto que yo estaba todo el día bajo la vigilancia estricta de mi institutriz, me vi obligada a practicar alguna astucia sobre esta materia. Al acostarme solía poner el libro [el Curso de Álgebra de Bourdon, que ella había conseguido a través de su tutor] bajo mi almohada, y luego, cuando todos estaban durmiendo [con el ogro de una institutriz inglesa al otro lado de una cortina en la misma habitación] leía por la noche bajo la tenue luz de la lámpara o la linterna”. A ello habría que añadir otro suceso: el profesor Tyrtoov presentó a la familia un libro de física que había escrito, texto que por supuesto Sofía leyó y en el que se encontró con las funciones trigonométricas, las que no entendía. Preguntó a su autor sobre ellas y éste se dedicó a explicárselas; sorprendido de la facilidad que la chica tenía para comprender todo aquello, aconsejó al padre que permitiera a su hija estudiar matemáticas. Sofía relata este episodio del modo siguiente: “Pero cuando le conté los medios que había utilizado para explicar las fórmulas trigonométricas, él cambió su tono por completo. Fue directamente a mi padre argumentando acaloradamente la



necesidad de proporcionarme la instrucción más seria, e incluso comparándome con Pascal”. Podemos asumir la sorpresa del maestro ante la inteligencia de la alumna; la comparación con Pascal no podía ser más clara y, sin embargo, el padre no quiso dar su brazo a torcer. Pero la convicción de Sofía fue más fuerte que cualquier obstáculo y decidió que habría de estudiar matemáticas a cualquier costo, y no como mera aficionada, sino profesionalmente, de modo que decidió ir a la universidad.

Los obstáculos serían aquí más grandes todavía, puesto que, aparte de la negativa familiar, tendría que luchar contra todos los convencionalismos sociales de la época. En efecto, los estudios universitarios no estaban permitidos a las mujeres, de modo que la primera batalla que Sofía debía emprender era la de conseguir ser aceptada como estudiante en una de ellas. He aquí por qué la joven Sofía comulgó de inmediato con los ideales de los nihilistas rusos y se involucró activamente en su movimiento. Para ella, la promulgación de la importancia de la educación y la defensa y emancipación de las mujeres coincidía perfectamente con las ideas con que quería amueblar su propia existencia: romántica y avispada, esta rusa decimonónica se dio a la tarea de convertir su sueño en realidad. Sus años de juventud fueron, pues, años de rebelión nihilista que la llevaron a confrontar todos los valores de su tiempo, y en esta lucha ayudó a pavimentar el camino del feminismo ruso.

Así que nuestra futura matemática convino en celebrar un “matrimonio ficticio” que lograra romper las cadenas familiares y sociales y lanzarse fuera de Rusia en busca de la universidad que diera cabida a su inquietud científica. Un “matrimonio blanco” consistía en encontrar a un hombre que accediera en casarse con una mujer, aunque sin consumir el matrimonio. La idea era simple: se pasaba de la potestad del padre a la del marido para que éste le concediera el poder de ser libre y ocuparse de su propia vida. En el caso de muchas otras jóvenes rusas de ese siglo, como en el de la propia Sofía, ese poder de elección así obtenido fue empleado para dedicarse libremente a los estudios, y las universidades europeas se vieron entonces rodeadas por mujeres eslavas que exigían ser educadas en ellas. Pues bien, si el camino de la libertad había que empezarlo a andar a través de un matrimonio de conveniencia –habrá pensado Sofía–, tendría entonces que casarse, y así lo hizo. A los 18 años se casó con Vladimir Kova-levski.y y pudo entonces abandonar Rusia y empezar así un intenso recorrido intelectual que atraviesa el horizonte científico y social del siglo XIX.

Una vez casada, se instaló con su marido en Heidelberg, donde se le permitió asistir a la universidad como oyente, y después, en Berlín, tuvo oportunidad de estudiar con Karl Weierstrass (1815-1897), catedrático de matemáticas en dicha institución, quien no obstante ser también uno de los que se oponían a que las mujeres ingresaran a las aulas universitarias, después de su experiencia con Sofía se convirtió en su mayor protector y defensor. Y no era poca cosa que Weierstrass, reconocido en su tiempo como el padre del análisis matemático, fuese justamente quien, descubierto el genio matemático de su alumna, se diese a la tarea de promoverla de tal modo que logró que finalmente le fuese otorgado a Sofía un título académico. Así, aunque el maestro no logró que Sofía fuera aceptada formalmente como estudiante en la

Universidad de Berlín, accedió a ser su profesor de matemáticas, de manera que Sofía recibió la enseñanza del mejor matemático de la época, quien además la incluyó en su círculo y la apoyó en sus investigaciones. En el año de 1874 decidió que su alumna estaba lista para obtener un doctorado, pero viendo que Berlín no era el sitio propicio para ello, la recomendó a un ex alumno que se encontraba en la Universidad de Gotinga para que, en ausencia y tras la sola presentación de sus trabajos, se le concediera el grado. Haciendo peripecias aquí y allá, logró finalmente que una de sus investigaciones –la disertación sobre la teoría de ecuaciones en derivadas parciales– fuese aceptada como trabajo de tesis. Sofía obtuvo así su doctorado en matemáticas *summa cum laude*, tenía 23 años y fue el primer doctorado en matemáticas que se concedía a una mujer en la historia.

Hay que hacer notar que este triunfo de Sofía marcó un hito fundamental en su carrera, y también constituye una de las páginas más memorables de la historia de la matemática puesto que, para alcanzar semejante reconocimiento, no escribió una tesis sino tres, cada una de las cuales tenía el carácter de disertación; las dos primeras versaban sobre temas de matemáticas (Sobre la teoría de ecuaciones en derivadas parciales y Sobre la reducción de una determinada clase de integrales abelianas de tercer orden a las integrales elípticas) y la tercera sobre astronomía (Suplementos y observaciones a las investigaciones de Laplace sobre la forma de los anillos de Saturno). Según dijo Charles Hermite en 1889, uno de tales artículos “es considerado como el primer resultado significativo de la teoría general de las ecuaciones diferenciales parciales”. En otro de estos trabajos “hizo una generalización del trabajo del francés Augustin Cauchy, que ahora se conoce como teorema de Cauchy-Kovalevski, elemento básico en ecuaciones con derivadas parciales”. Y se ha dicho que “sus artículos publicados en 1884 recibieron elogios incluso de Henri Poincaré”.

A pesar de estos logros, sobreviene después un vacío en su vida profesional, cuando regresa a su país y pretende dar clases en la universidad sin conseguirlo. no es sencillo ahí obtener un puesto y trabajar profesionalmente; pero además sucederá que, consumado el matrimonio con Vladimir, en 1878 nacerá su hija y nuestra matemática, abandonando de momento su vocación, se dedicará a su familia. En esta época escribe algunos relatos de ficción, teatro y artículos de divulgación científica y crea un salón literario, pero nuevas circunstancias la devolverán a sus trabajos matemáticos: su marido se suicida y ella reinicia su relación con los antiguos colegas, lo que finalmente la pondrá en el camino de lograr un puesto en la universidad.

Sucede que en 1885 es designada catedrática en la Universidad de Estocolmo gracias a las diligencias de Gosta Mittag-Leffler (1846-1927), alumno también de su antiguo profesor Weierstrass, lo que la convierte en la primera profesora universitaria en toda Europa. «El puesto docente que se le ofrecía no era oficialmente remunerado; le pagaban sus alumnos a través de una suscripción popular. Aun así, su llegada fue un acontecimiento que apareció en la prensa. Un periódico le dio la bienvenida llamándola “Princesa de la Ciencia”, a lo que ella replicó: “¡Una princesa! ¡Si tan solo me asignaran un salario!”». Durante el curso siguiente fue oficialmente nombrada profesora por un periodo de cinco

años, y en 1889 fue nombrada, al fin, profesora vitalicia. Sofía había mostrado su competencia y abrió así las puertas de la enseñanza a otras mujeres.

Más logros la esperaban. En 1888 es premiada por la Academia de Ciencias de París con el Premio Bordin de Matemáticas por su trabajo intitolado Problemas de rotación de un cuerpo sólido sobre un punto fijo, problema ante el que habían fracasado los más notables matemáticos y en el cual ella logra resolver las famosas ecuaciones de Euler. Éste fue el reconocimiento científico de más nombradía que se le podía conceder por sus investigaciones, y Sofía fue la primera mujer en recibirlo. Lo mismo cabe decir del reconocimiento que la Academia Rusa de las Ciencias le otorga el 2 de diciembre de 1889 al nombrarla miembro de dicha institución, y sería también la primera mujer en merecer tal distinción. A lo largo de esa extraordinaria ruta fue amiga y colega de los más grandes matemáticos de la época, como Weierstrass, Poincaré, Chebichev, Hermite, Picard o Mittag-Leffler, así como de científicos como Charles Darwin y Thomas Huxley, la novelista George Elliot, el dramaturgo Heinrich Ibsen, los químicos Dimitri Mendeleev y Alfred Nobel, el explorador, científico y diplomático noruego Fridtjof Nansen, el naturalista, filósofo, psicólogo y sociólogo británico Herbert Spencer y muchos otros personajes. La relación con ellos da cuenta de la relevancia que Sofía adquirió en los círculos intelectuales de la época.

Desgraciadamente poco pudo disfrutar Sofía de semejantes triunfos. El 10 de febrero de 1891 muere de neumonía en Estocolmo. Sofía tenía entonces 41 años y, según se dice, sus últimas palabras fueron: "Demasiada felicidad". Y ciertamente no podemos sino creer que la tuvo, puesto que Sofía había logrado convertir su sueño en realidad. Romántica y poéticamente, esta rusa del siglo XIX transitó por todos los itinerarios que hasta entonces habían sido un privilegio masculino y escribió con letras y números el sentido de su propia existencia, mostrando que la fuerza y la libertad del espíritu se delinean también a través de una figura femenina capaz de dejar impreso en las páginas de la historia de la matemática un nombre de mujer: Sofía Kovalevskaya.

### **Para el lector interesado**

Alic, M. (1991). *El legado de Hipatia*. México: Siglo XXI Editores.

Clark K., P. (2005). *Change is posible. Stories of women and minorities in Mathematics*. Providence, RI: American Mathematical Society.

Gratzer, W. (2004). *Eureka y euforias. Cómo entender la ciencia a través de sus anécdotas*. Barcelona: Crítica.

Hibnerkoblitz, A. (1992). Sofía Kovalévskaja: una matemática rusa. Ciencias. Disponible en línea: <http://mujeresriot.webcindario.com/Kovalevskaya.htm> (Recuperado el 26 de abril de 2010).

Mataix, S. (1999). *Matemática es nombre de mujer*. Barcelona: Rubes Editorial.



Nomdedeu M., X. (2004). Sofía. *La lucha por saber de una mujer rusa*. Madrid: nivola Libros y Ediciones, S.L.

Extraído de: “Sofia Kovalevskaya o el camino poético de la matemática” En *Revista de Divulgación Científica y Tecnológica de la Universidad Veracruzana*, vol XXIII, nº 3 . Recuperado el 14 de enero de 2012 de <http://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol23num3/articulos/kovalevskaya/index.html>

# La geometría vista por Grace Chisholm Young

Adela Salvador<sup>a</sup>, María Molero<sup>b</sup>.

<sup>a</sup> Dpto. de Matemática e Informática Aplicadas a la Ing Civil. Universidad Politécnica de Madrid.  
ma09@caminos.upm.es

<sup>b</sup> IES Juan de la Cierva. maria.molero@free.fr

Queremos utilizar la biografía de Grace Chisholm Young para hacer una propuesta sobre la enseñanza de la geometría en dimensión tres, y animar a hacer geometría en el aula.

El artículo consta de tres partes, la primera trata sobre la biografía de esta mujer matemática, de sus dificultades y de sus logros, con comentarios sobre situaciones similares de alguna otra mujer matemática.

En la segunda se recogen párrafos de su obra, Primer libro de Geometría en la que comenta los obstáculos que encuentra la enseñanza de la geometría en dimensión tres e invita a pesar de ello a su enseñanza.

Por último, en la tercera parte, siguiendo sus consejos, se sugieren actividades adecuadas para el aula.

En las escuelas de ingeniería, como la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, o en las escuelas de arquitectura se requieren elevados conocimientos geométricos, de los que, en muchos casos, el alumnado no tiene.

## Palabras clave:

Enseñanza de la geometría, geometría, Grace Chisholm Young.

## Abstract

In this paper Grace Chisholm Young's biography is used to make a proposal about the teaching of Geometry in dimension three, a second purpose is to encourage the use of Geometry in the classroom.

This paper is divided in three sections. The first one deals with the biography of this mathematician woman, her difficulties and her achievements, with commentaries on similar situations of some another mathematical woman.

Paragraphs of her work "*First book of Geometric*" are gathered in the second section. She describes the obstacle she comes across in the teaching of Geometry of the geometric in three

dimensions and she invites to the teaching of this discipline in spite of these difficulties.

Finally, in the third report, suitable



classroom activities adapted for the classroom are suggested following her advices. Engineering Schools, as E.T.S.I. de Caminos or Architecture Schools, there are needed and demanded high geometric knowledge which students lack in many cases.

## Keyword:

Geometric, Grace Chisholm Young, teaching of geometric.

## 1. Grace Chisholm Young

Grace Chisholm Young nació en 1868, en Inglaterra, durante el reinado de la reina Victoria. Para hacernos una idea clara sobre el estado de la educación en esa época recordemos que hacia 1881, el 20 por ciento de la población de Inglaterra todavía no sabía escribir su nombre.

Su familia era una familia de clase alta, con elevada educación. El padre, Henry William Chisholm, había tenido un prestigioso cargo en el Departamento de Pesas y Medidas del Gobierno británico y la madre, Anna Louisa Bell, era una consumada pianista que, junto a su padre, daba recitales de violín y piano en Haslemere Town Hall. Tenían 44 y 59 años, respectivamente, cuando ella nació. Uno de sus hermanos mayores, Hugo Chisholm obtuvo fama por la edición de la Enciclopedia Británica e influencias en la edición de The Times.

### 1.1. Estudios

Era la más pequeña de cuatro hermanos y también la más consentida. Sólo le enseñaban lo que ella quería aprender y en este sentido su educación fue un tanto informal. Le gustaba el cálculo mental y la música, y como en ambas materias su madre podía darle clases, se educó en su casa hasta que tuvo diez años. La educación de sus hermanos varones fue muy diferente. A los diez años su madre le puso una institutriz, que constituyó la única educación formal en su infancia. Sin embargo fue una preparación suficiente para, a los 17 años, pasar los exámenes de Cambridge (Cambridge Señor Examination). Si hubiese sido un varón, el año siguiente hubiese comenzado sus estudios universitarios, pero al ser una mujer, esta posibilidad no fue considerada, y siguiendo los deseos de su familia se ocupó de trabajos sociales con la gente pobre de Londres.

Cuando Grace, con 21 años, decidió continuar estudiando, su madre no deseaba que ella estudiase medicina, su primera elección, y con el apoyo de su padre comenzó a estudiar matemáticas. En abril de 1889 entró en la universidad de Cambridge, en el Gritón Collage, el mejor centro en matemáticas de aquella época, donde, entre otros profesores, enseñaba Arthur Cayley (1821-1895). Su tutor fue William Young.

Su tutor le sugirió que fuese a las clases de Cayley. Pidió a su amiga Isabel Maddison que le ayudase y ambas hicieron la solicitud que se requería para poder asistir a las clases de un determinado profesor. El permiso no fue autorizado con facilidad, pero al ser por indicación de su tutor, finalmente fue concedido. En 1892 Grace obtuvo su diploma en Cambridge, pero allí todavía una mujer no podía doctorarse.

Para proseguir su carrera como matemática tuvo que abandonar su país e ir a Göttingen (la

ciudad universitaria alemana donde se habían doctorado Sofia Kovalevskaya y Emmy Noether). Grace había elegido el lugar adecuado en el momento oportuno. Allí estaba Felix Klein, que le ayudó con su cordialidad y su apoyo. Pero la conformidad para admitirla tenía que darla el Ministerio de Cultura de Berlín. También fue en esto Grace afortunada pues el oficial encargado de la educación superior en Alemania era en ese momento Friedrich Althoff, liberal e interesado en la educación superior de la mujer.

Ella describió así a Felix Klein en una carta: “La actitud del Profesor Klein es esta, no admite la admisión de cualquier mujer que no haya ya realizado un buen trabajo y que pueda superar las pruebas de grado o equivalentes... El Profesor Klein es moderado. Hay miembros en la Facultad que no están de acuerdo con la admisión de mujeres y otros que lo desapruaban totalmente”.

### 1.2. Los estudios de Sofia Kovalevskaya

Recordemos que Sofia Kovalevskaya aunque se había doctorado en Göttingen, nunca había sido admitida en esa universidad con los mismos derechos que los varones. Sofia tuvo muchísimas más dificultades para poder estudiar. En 1861 la universidad de San Petersburgo habría sus aulas a las mujeres. Poco después el gobierno cerró todas las escuelas debido a la agitación política de los estudiantes. Cuando las volvieron a abrir **el privilegio de la educación a las mujeres había quedado abolido**. Cuando Sofia está preparada para ir a la universidad las mujeres todavía no tenían acceso a las universidades rusas. Cientos de chicas rusas pertenecientes a las mejores familias decidían abandonar sus hogares y marcharse a estudiar a universidades extranjeras. Una mujer soltera no podía conseguir pasaporte sin permiso de sus padres. Para superar este obstáculo, algo usual en el círculo de estudiantes radicales era que las mujeres hicieran “*matrimonios blancos*” (contratos entre jóvenes para eludir la autoridad paterna y poder viajar al extranjero y estudiar) y así podían viajar a las universidades extranjeras en las que sus “*maridos*” las dejaban estudiar en paz. Entre las jóvenes parejas estaba bien visto este tipo de matrimonio. Este complicado sistema fue utilizado por otras muchas mujeres de esa época. A los 17 años, la familia pasó el invierno en San Petersburgo. Como estaban en boga los *matrimonios blancos*, Sofia, su hermana y una amiga, Anna Mijaillovna Evreinova (Zhanna)

comprendieron que la única forma de estudiar era salir de Rusia, y propusieron a un compañero, Vladimir Kovalevsky, asociado con el movimiento reformista de ese momento en Rusia, que se casase, mediante un *matrimonio blanco* con una de ellas y así las otras dos acompañarían al matrimonio. Mediante este matrimonio platónico adquirirían las tres la libertad para viajar y estudiar. Anyuta y Zhanna estaban en tratos para casarse una de ellas con Vladimir. En uno de los encuentros llevaron a Sofía. Vladimir al verla tan guapa e inteligente cambió de opinión. Sofía fue la elegida. Realmente esto suponía un problema pues Sofía era muy joven, y su hermana, seis años mayor, se presumía que debía casarse primero. Pero a Vladimir nada pudo hacerle cambiar. Su padre estipuló un compromiso largo, pero capituló cuando la tímida Sofía, sin permiso, visitó sola la casa de Vladimir, algo muy poco ortodoxo en esa época, dejando una nota a su padre en la que le hacía ver que estaba dispuesta a fugarse con él. El padre consideró entonces como irremediable el matrimonio y se casaron cuando ella tenía 18 años. Sofía se entusiasmó con la investigación avanzada. Decidió estudiar con Weierstrass (1815-1897), "*padre del análisis matemático*". En otoño de 1870 se trasladó a Berlín pero allí sufrió una gran decepción pues estaba prohibido el acceso de las mujeres a las actividades universitarias. Sofía no podía ser la excepción a la regla, a pesar de las recomendaciones favorables de sus profesores precedentes. En la universidad de Berlín las mujeres no podían ni siquiera escuchar las conferencias.

Con enormes esfuerzos se dirigió a Weierstrass para solicitar recibir clases particulares. El célebre profesor, un hombre de 50 años, comprensivo y simpático, se mostró perplejo por la demanda de Sofía. No tenía confianza en sus capacidades y la recomendó que recibiera clases de uno de sus alumnos. La determinación de Sofía no lo permitía: ella quería sólo aprender con él. Por fin, únicamente para librarse de ella, le dio un conjunto de problemas, preparados para sus alumnos más avanzados, que con gran sorpresa, ella le devolvió resueltos una semana más tarde. "*Sus soluciones son eminentemente claras y originales*". Weierstrass, impresionado por su talento matemático, la admitió como alumna particular y acordó que se reuniría con ella dos veces a la semana, dándole clases gratuitas durante los cuatro años siguientes (1868-1872),

para guiarla en sus investigaciones. De esta forma Sofía pudo completar sus estudios.

### 1.3. Doctorado

Bajo la supervisión de Felix Klein obtuvo su doctorado en 1895. El título de su memoria de doctorado es "*Grupos algebraicos y trigonometría esférica*". Por lo tanto se puede considerar a Grace como la primera mujer que consiguió su doctorado en matemáticas de una forma "*normal*". A las clases de Klein asistían ella y otras dos mujeres. Como anécdota se cuenta que Klein tenía por costumbre comenzar con "¡Caballeros!" y debió modificarlo con "¡Oyentes!", aunque alguna vez se confundió y rectificó con una sonrisa. Se examinó de doctorado y volvió a Inglaterra. Su tesis fue reproducida y enviada a las personas que podían estar interesadas. Una de ellas, William Young, su futuro esposo, le pidió colaboración para un libro de astronomía. Es muy difícil separar la aportación de ella en dicho libro de la de él.

### 1.4. Matrimonio

La primera vez que la pidió en matrimonio ella rehusó pero la insistencia de William no cesó hasta que se casaron en Londres en Junio de 1896. El primer año de su matrimonio vivieron en Cambridge donde ella pudo continuar investigando y escribiendo, pero al final de ese año nació su primer hijo y William Young decidió trasladarse a Alemania. Entre 1897 y 1908 tuvo seis hijos y una familia tan numerosa no la permitía desarrollar muchas actividades fuera del hogar.

### 1.5. Su obra

Su creatividad se dirigió fundamentalmente a la educación de sus hijos a quienes están dirigidas las obras que escribió en aquella época. Escribió por ejemplo un libro para enseñar biología a uno de sus hijos, en el que describe el proceso de la división celular, que se publicó en 1905, con el nombre de *Bimbo*. En ese mismo año escribe *Primer libro de Geometría* en colaboración con su marido. Además, el temperamento de William fue

muy bohemio, y debido a esto pasaron gran parte



de su vida viajando por Alemania, Inglaterra, Italia....

Ocupó mucho de su tiempo en la educación de sus hijos. Su hijo Frank (Bimbo) que murió durante la primera guerra mundial prometía ser un gran científico. Janet fue física, como a Grace le hubiese gustado ser. Cecily se doctoró en matemáticas en Cambridge, como también hubiese deseado Grace. Laurie también fue matemática. Pat fue un químico reconocido.

Observemos cómo estamos contando en su biografía los nombres de sus hijos, de su marido... y que si leemos una biografía de Euler, Gauss, Weierstrass... no sabremos lo mismo de su familia. En todas las biografías de mujeres científicas se da esta circunstancia. Sabremos si estuvo casada o no lo estuvo, el nombre de su marido, de sus hijos, cuántos tuvo... Por ejemplo sabemos que Hipatia nunca se casó, igual que Sophie Germain, Caroline Hersche, María Gaetana Agnesi o Emmy Noether, y sabemos los nombres de los maridos de la marquesa de Châtelet, de Mary Somerville o de Sofía Kovalevskaya.

Comenzó la segunda guerra mundial. A William le causaba preocupación la reacción que pudiera haber en su país por su simpatía por

Alemania y Grace volvió sola a Inglaterra. En el verano de 1942, cuando llevaban dos años separados, William murió repentinamente, pocos días antes de cumplir 79 años. Ella murió dos años después, en 1944, con 76 años.

Como ella trabajó a menudo en colaboración con su marido es difícil distinguir su contribución en las obras en las que trabajaron juntos. Cuando ella estudiaba en Cambridge era considerada como una matemática brillante. Por otro lado, William era considerado un buen profesor pero no hizo ninguna investigación original antes de trabajar con ella. Después de su matrimonio colaboraron en muchas ocasiones y William, de repente, a la edad de 35 años, se convirtió en un matemático creativo. En las ausencias de su marido, cuando él iba a trabajar fuera, a pesar de sus seis hijos, ella reencontraba su energía productiva y se ponía a trabajar, y fue durante una de esas ausencias, cuando William estuvo en la India en la universidad de Calcuta, cuando ella elaboró una serie de textos sobre los fundamentos del cálculo diferencial e integral. No podía producir a su lado. *“Cuando William estaba en casa monopolizaba completamente la vida de Grace. Él sabía que sus demandas eran excesivas, pero...”* (Grattan-Guinness; 1972, 117).

A pesar de sus difíciles condiciones de vida fue capaz de conseguir una considerable cantidad de excelentes trabajos y desgraciadamente las obras y los más de 200 artículos que publicaron juntos llevaron impresa la autoría exclusiva de su



marido.

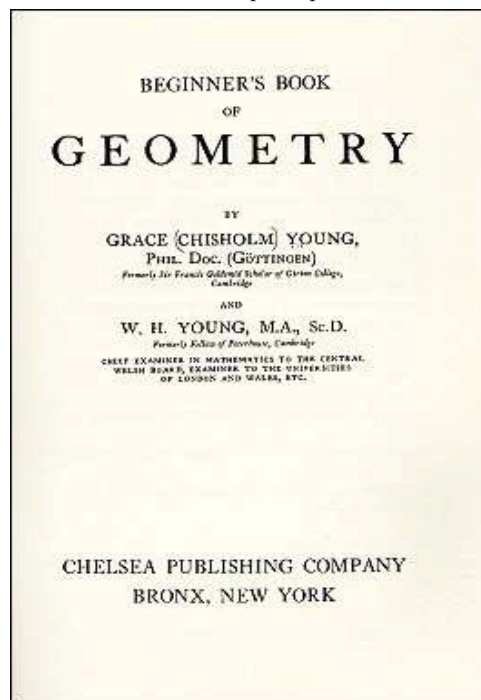
### 1.6. Utilización del nombre

Observemos el problema de la utilización del nombre. Si las mujeres cambian de nombre al casarse, como Mary Somerville, se dificulta mucho conocer su autoría. Mary se casó en 1804 con Samuel Greig, capitán de la marina rusa, y adquirió una mayor libertad para continuar sus estudios en matemáticas a pesar de que su marido no tenía ningún conocimiento científico y no le gustaban las mujeres sabias. La pareja vivió en Londres. Samuel murió pronto, en 1807, y Mary se encontró viuda, con dos hijos pequeños e independiente familiar y económicamente. Pudo continuar sola su educación matemática. Por primera vez era libre para conducir su vida, sin el control de padres y esposo. Ganó una medalla de plata por la solución de un problema sobre las ecuaciones diofánticas en el *Mathematical repository* de W. Wallace. Sus amigos la animaron a que siguiera estudiando. Adquirió un conjunto de libros, recomendados por un profesor amigo. Poco después ya leía los “*Principia*” de Newton. Se levantaba temprano, y estudiaba o escribía durante horas para estar disponible para la familia, las amistades o los compromisos sociales que tuviera.

En 1812, con 32 años, volvió a casarse con el Dr. William Somerville, su primo, de profesión médico, que la apoyó y la alentó en sus trabajos, y que compartió su interés por la ciencia. Era un hombre de gran inteligencia y poca ambición personal. Estaba orgulloso de los éxitos y la fama de Mary. Fue un matrimonio duradero y feliz. Su marido podía usar la biblioteca de la Real Sociedad en beneficio de Mary, le presentaba a científicos importantes, y cuando ya era famosa le ayudó a editar sus libros.... Dice Ch. Lyell: “*Si nuestra amiga la señora Somerville se hubiera casado con Laplace, o con un matemático, nunca habríamos oído hablar de su trabajo. Lo habría fundido con el de su marido, presentándolo como si fuera de él*”. Tuvieron dos hijas. Su otra hija, la mayor murió en 1823, causando uno de los mayores disgustos de la vida de Mary. En su rutina diaria también se incluía la educación de esas otras dos hijas, Marta y Mary.

El 27 de marzo de 1827, lord Henry Brougham, presidente de la Cámara de los Lores, escribió a su marido pidiéndole que convenciera a Mary para que escribiera una traducción de la

*Mecánica Celeste* de Laplace para su “Biblioteca



de Conocimientos Útiles”, dirigida a personas no instruidas. (Es curioso que en ese tiempo, y a pesar de que Mary ya era muy conocida, la correspondencia que le enviaban iba dirigida a su marido). Mary vacilaba, pero decidió hacerlo con la condición de que se mantuviera el proyecto en secreto, y con el compromiso de que su manuscrito fuese quemado si no se consideraba aceptable. Con una organización excepcional, sin renunciar a su vida social y doméstica, trabajó en su libro e hizo frente a todas las dificultades durante cuatro años. Escribió en su autobiografía: “*Frecuentemente abandonaba mi trabajo tan pronto como me anunciaban una visita, para que nadie pudiera descubrir mi secreto*”. “*Un hombre siempre puede tener el control de su tiempo alegando que tiene negocios, a una mujer no se le permite tal excusa*”. (Alic; 1991, 217).

En su obra, Laplace estudiaba el sistema solar y observaba los cometas, satélites y planetas, utilizando la teoría de la gravitación de Newton. En 1808 John Playfair comentaba que en Gran Bretaña apenas había una docena de matemáticos capaces de siquiera leerla. Era una obra larga y compleja. Se comentaba que, un día, cuando



Laplace estaba cenando con los Somerville en 1817 afirmó ingenuamente: “*He escrito libros que nadie puede leer. Sólo dos mujeres han leído la “Mecánica Celeste”;* ambas son escocesas: la señora Greig y usted”, pues Laplace no conocía el nombre del primer marido de Mary: Samuel Greig.

Pero, además, muchas mujeres no utilizaban su nombre, como Sophie Germain que utilizaba un pseudónimo. Tenía 19 años en 1795, cuando se fundó la Escuela Politécnica. Aunque las mujeres no eran admitidas, (la Escuela Politécnica no admitirá mujeres hasta 1970) consiguió hacerse con apuntes de algunos cursos, entre ellos, el de *Análisis* de Lagrange. Los estudiantes podían presentar sus eventuales investigaciones y observaciones a sus profesores. Al final del período lectivo, presentó un trabajo firmándolo como Antoine-Auguste Le Blanc. El trabajo impresionó a Joseph Lagrange por su originalidad y quiso conocer a su autor. Al conocer su verdadera identidad, fue personalmente a felicitarla y le predijo éxito como analista, animándola de esta forma a seguir estudiando. Su nivel de conocimientos era absolutamente inhabitual para una mujer de su época ya que ella había estudiado realmente las obras científicas, no los ensayos escritos para mujeres.

A partir de 1801, después de leer *Disquisitiones Arithmeticae* que Karl Friedrich Gauss acababa de publicar, se dedicó al estudio de la Teoría de Números. Entre 1804 y 1809 escribió varias cartas a Gauss mostrando sus investigaciones. Temerosa del ridículo que en aquella época suponía una mujer erudita, esta correspondencia estaba firmada con el pseudónimo “*Le Blanc*”. Gauss estaba tan ocupado en su propia investigación monumental que sólo contestaba cuando el trabajo de Sophie estaba relacionado con sus propios teoremas. (Alic; 1991, 176).

La propia Ada Lovelace que firmó su trabajo sólo con sus iniciales.

## 2. Primer libro de geometría

Este libro, *Primer libro de Geometría (First Book of Geometry)* fue publicado en 1905 en Londres, traducido al alemán se publicó en Leipzig en 1908 bajo el título “*Der Kleine Geometer*”, al hebreo en Dreden en 1921 y ha sido recientemente reeditado en 1970 bajo el título “*Beginner’s Book of*

*Geometry*” edición prácticamente igual a la original salvo la corrección de erratas, y causado sorpresa por lo moderno que aún hoy resulta.

En su introducción, Grace escribía que el estudio de la geometría en primaria y en secundaria padece considerablemente por el hecho de que los escolares no han adquirido previamente el hábito de la observación geométrica, no se les ha animado a la práctica natural del pensamiento en dimensión tres, que recibía mucha menos atención que la geometría del plano. Opinaba que esto no debía ser así porque “*en cierto sentido la geometría plana es más abstracta que la tridimensional, o también llamada Geometría del Sólido*”, (Young; 1970, Introduction), y consideraba que la geometría tridimensional era más cercana a la experiencia, era más natural.

Una de las razones por las que la geometría plana ha mantenido esta situación privilegiada durante cientos de años y se estudia en los cursos preliminares es probablemente debido al valor didáctico de l dibujo de los diagramas planos en papel o en la pizarra o en otros medios equivalentes. Estos métodos tienen las siguientes ventajas:

1. No requieren un equipamiento especial.
2. Es fácil de enseñar y comprender, y sólo requiere cuidado y práctica.
3. Los diagramas pueden reproducirse tan a menudo como sea necesario, incluso por el estudiante, adquiriendo la necesaria destreza.

Pero admitía, sin embargo, muy difícil representar figuras tridimensionales en una superficie bidimensional como es una página de un libro, y consideraba que ésta era la razón por la no se trabajaba (y actualmente tampoco se trabaja) adecuadamente.

“*El obstáculo en el camino del propio desarrollo de las ideas geométricas ha sido la carencia de un método que ocupe el lugar del dibujo de la geometría plana. El dibujo de los cuerpos sólidos es demasiado difícil. Los modelos, la mayor parte de cartón, tienen el mismo defecto... relativamente caros y requieren constante supervisión*”.

Grace opinaba que el alumnado debía construir figuras espaciales, utilizando *papel, lápiz, alfileres, tijeras, cosas que cualquier niño pequeño debe y puede tener*, por lo que incluyó en su libro muchos diagramas de figuras tridimensionales para ser recortados y construidos. “*Los métodos adoptados en el presente libro*

requieren pocos utensilios, sólo papel, ocasionalmente unos pocos alfileres, un lápiz y un par de tijeras”. Opinaba que esa era la forma en que el alumnado debía familiarizarse con las propiedades de estas figuras y que utilizándolas, con su ayuda, podía visualizar los teoremas de la geometría tridimensional.

Podemos observar como estas teorías didácticas resultan muy actuales.

### 3. Enseñanza de la Geometría: Algunas sugerencias

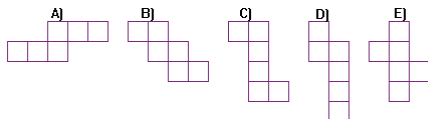
#### Construcción de muchos cuerpos geométricos mediante sus desarrollos

##### 3.1. Tramas de cuadrados

Utilizar una trama de cuadrados en actividades como:

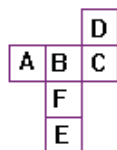
##### Actividad a):

¿Cuál de las siguientes figuras no representa el desarrollo de un cubo?



##### Actividad b):

Al formar un cubo con el desarrollo de la figura, ¿cuál será la letra opuesta a F?



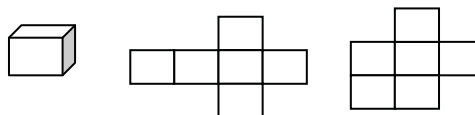
##### Actividad c):

Obtener todos los hexaminos con los que sea posible construir un cubo.

##### Actividad d)

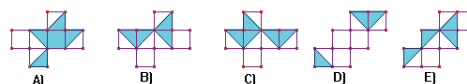
Utiliza una trama de cuadrados o papel cuadriculado, y busca todos los diseños de seis

cuadrados que se te ocurran. Decide cuáles pueden servir para construir un cubo.



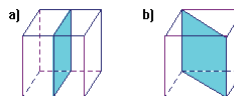
##### Actividad e)

A partir de uno de estos desarrollos bicolors, se puede fabricar un cubo, de forma que los colores sean los mismos en las dos partes de cada una de las aristas. ¿Cuál de ellos lo verifica?



##### 3.2. Secciones del cubo

Una actividad muy interesante es la de construir distintas secciones de un cubo. Se puede hacer cortando mediante un hilo candente cubos de estiropor, para luego confeccionar su desarrollo plano y construirlos en cartulina:



##### Actividad:

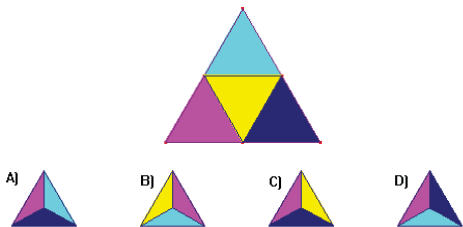
Es posible cortar un cubo en dos cuerpos geométricos iguales, de muchas formas, como por ejemplo, mediante un plano que pase por dos aristas y dos diagonales de las caras, tal y como se observa en la ilustración. Haz el desarrollo plano de esa sección del cubo, y construye dos de esos cuerpos. Descríbelos. Piensa otros ejemplos de secciones del cubo en dos cuerpos geométricos iguales, confecciona su desarrollo plano y construye dichas secciones.

##### 3.3. Trama de triángulos

##### Actividad:

El triángulo de la figura se ha plegado para obtener un tetraedro. Teniendo en cuenta que el triángulo no está pintado por detrás. ¿Cuál de las siguientes vistas en perspectiva del tetraedro es falsa?





**Actividad:** Dibuja desarrollos planos que sirvan para construir un tetraedro regular.

### 3.4. Deltaedros

Utilizar una trama de triángulos para investigar los poliedros que se pueden construir con ellos. Construirlos. Contra sus vértices, aristas, lados y comprobar como existe el deltaedro de 4, 6, 8..., 20 caras, pero hay uno, el de 18 caras, que no se puede construir.

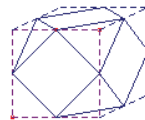
**Actividad:**

Dibuja en una cartulina una trama de triángulos y utilízala para construir deltaedros. Un deltaedro es un poliedro que tiene todas las caras triángulos. Con cuatro triángulos puedes construir un tetraedro. Con seis, la bipirámide triangular. Con ocho, el octaedro. Con veinte, el icosaedro. Comprueba que no puedes construir ningún poliedro convexo con cinco caras triángulos. Construye los deltaedros de 10, 12, 14, y 16 caras. Completa el cuadro siguiente:

Nº de caras	6	8	10	12	14	16	20
Nº de vértices							
Nº de aristas							
Nº de vértices de orden 3							
Nº de vértices de orden 4							
Nº de vértices de orden 5							

### 3.5. Otros desarrollos

**Actividad:** Haz el desarrollo del cuerpo siguiente:



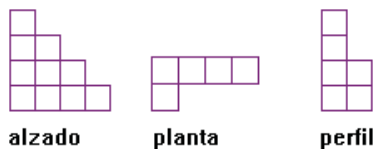
### 3.6. Del plano al espacio y del espacio al plano

En todas estas actividades, siguiendo a Grace, pasamos del **desarrollo plano** de un cuerpo, a construirlo en el espacio. O bien, de conocer al cuerpo en el espacio y diseñar su desarrollo plano. Es decir, se pasa del plano al espacio y del espacio al plano.

Otros trabajos son, utilizar la **planta, perfil y alzado** de los cuerpos. Cuando los arquitectos y los ingenieros necesitan representar en papel los edificios o las piezas de las máquinas que diseñan, las dibujan tomando diferentes puntos de vista. De nuevo se trabaja pasando del espacio, con un cuerpo o una pieza, al plano, dibujando sus tres proyecciones. O bien dadas las tres proyecciones, tener que obtener el cuerpo del que provienen:

**Actividad:**

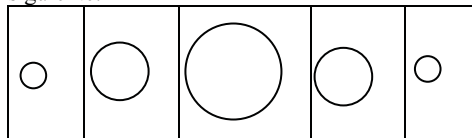
Aquí tenemos las tres vistas, alzado (de frente), planta (desde arriba) y perfil (lateral) de un mismo "castillo" de cubos. ¿Con cuántos cubos se ha construido el castillo?



Los médicos y otros profesionales utilizan técnicas distintas. Para conocer la forma de un órgano, o de otro objeto, hacen **tomografías**. Esta técnica consiste en obtener imágenes de distintas secciones paralelas del objeto.

**Actividad:**

Por ejemplo: ¿de qué objeto es la tomografía siguiente:



Igual que en los casos anteriores se proponen actividades que hagan ir del plano al espacio y del espacio al plano.

### 3.7. Otros poliedros

#### *Actividad:*

Es posible construir poliedros utilizando **materiales** muy variados: cartulina, material plástico... si queremos ver sus caras y aristas, o como una armazón de aristas, utilizando palillos, varillas, pajitas de refresco, escobillas de limpiar pipas... Utiliza pajitas de refresco que puedes unir con aguja e hilo, y puedes afianzar con pegamento una vez construido, y construye tres poliedros.

#### *Actividad:*

Utiliza el procedimiento anterior para construir **bipirámides**, es decir, poliedros que se obtienen al juntar dos pirámides iguales haciendo coincidir sus bases. Construye una bipirámide triangular y otra cuadrangular. Dibújalas en perspectiva caballera. Haz su desarrollo plano. ¿Puedes construir una bipirámide triangular con todas sus caras triángulos equiláteros e iguales? ¿Y una bipirámide cuadrangular? ¿Alguna bipirámide, es un poliedro regular?

#### *Actividad:*

Utiliza el procedimiento anterior para construir **antiprismas**, es decir, poliedros que tienen dos bases iguales, pero cuyas caras laterales no son rectángulos, sino triángulos. Construye un antiprisma de base triangular y otro de base cuadrangular. Dibújalos en perspectiva caballera. Haz su desarrollo plano.

### 3.8. Movimientos en el espacio

Traslaciones, giros, simetrías pueden estudiarse en dimensión tres analizando el entorno que nos rodea. En general, en un edificio se aprecian **traslaciones**, elementos que se repiten.

Una puerta gira, las patillas de las gafas giran, las ruedas de un coche giran... Observa que para determinar un giro en el espacio se necesita, además del ángulo (y su sentido), conocer el **eje de giro**. ¿Qué puntos se transforman en sí mismos? El giro en el espacio deja invariantes a los puntos del eje de giro.

Si  $P'$  es el simétrico de  $P$  respecto a la **simetría central** de centro  $O$ , entonces,  $O$  es el

punto medio del segmento  $PP'$ . La simetría central en el espacio no es un giro. Además solo deja un punto invariante, el centro.

Muchos animales son casi simétricos. Los coches son simétricos. Si nos miramos en un espejo vemos una imagen reflejada que es simétrica a la nuestra. Para determinar una **simetría** en el espacio es necesario conocer un plano, el plano de simetría. Una simetría en el espacio deja invariantes los puntos pertenecientes al plano de simetría.

Además se tiene la simetría con deslizamiento, la simetría rotativa y el movimiento helicoidal.

Es interesante estudiar el grupo de autosimetría de objetos cotidianos.

#### *Actividad:*

¿Cuál es el grupo de autosimetría de estas pirámides?



#### *Actividad: Un juego de dos jugadores:*

Se forma sobre la mesa un polígono regular utilizando monedas (o fichas o bolitas de papel) como vértices. Cada jugador retira, alternativamente, o una moneda o dos monedas adyacentes. Gana quien retire la última moneda. (Ayuda: Es un juego de estrategia ganadora que puedes descubrir utilizando la simetría central).

## 4. Conclusiones: Geometría y coeducación

En la enseñanza de las Matemáticas en Secundaria se proponen algunas estrategias, como hacer Matemáticas en la clase de Matemáticas, promover la investigación en el aula, la colaboración y la cooperación frente a la

competitividad, prestar atención a las exposiciones orales y escritas, trabajar la visión espacial en el aula especialmente en la enseñanza de la geometría, proporcionar modelos de mujeres matemáticas en la historia y analizar datos en la clase de estadística que tengan en cuenta la variable de género.

Queremos hacer especial mención a que, en nuestra opinión, se están dando pasos hacia atrás en este sentido. Hubo un momento en que se trabajó al menos por una educación conjunta de chicos y chicas, y sin embargo ahora hay muchos centros subvencionados con separación de géneros. Por esa razón he querido comentar lo importante que es para las mujeres el tener acceso a la mejor formación. Cuando todavía no hemos llegado a tener una auténtica coeducación ya se ha comenzado a separar, lo que conduce a tener una formación diferente.

Conviene no descuidar la **enseñanza de la geometría en la clase de matemáticas**. No dejar los trabajos de geometría "para casa" sino dar un tiempo y un lugar para hacerlos en el aula. Es conveniente poder dotar de intuiciones geométricas apoyándonos en materiales de aula adecuados según la edad del alumnado. Si no proporcionamos este trabajo en el aula, desmerecerá el aprendizaje de todos, pero en particular de aquellas chicas que, por el tipo de juegos de su infancia, han desarrollado poco la visión espacial. Tradicionalmente el niño salta, corre, juega con construcciones mientras que la niña juega tranquilamente sentada con una muñeca entre los brazos.

## Bibliografía

- [1] Alic, Margaret: *El legado de Hipatia. Historia de las mujeres desde la Antigüedad hasta fines del siglo XIX*. Siglo veintiuno editores. Madrid. 1991.
- [2] Brihuega, Javier; Molero, María y Salvador, Adela: *Didáctica de las Matemáticas*. ICE de la Universidad Complutense. Madrid. 1995.
- [3] Eychenne, Eliane: *Mathématiciennes, ... des inconnues parmi d'autres*. Brochure de l'IREM de Besançon. 1993.
- [4] Figueiras, L.; Molero, M.; Salvador, A.; Zuasti, N.: *Género y Matemáticas*. Editorial Síntesis. Madrid. 1998.
- [5] Figueiras, L.; Molero, M.; Salvador, A.; Zuasti, N.: *El juego de Ada. Matemáticas en las Matemáticas*. Proyecto Sur de Ediciones, S. L. Granada. 1998.
- [6] Grattan-Guinness, Ivor: *A Mathematical Union: William Henry and Grace Chisholm Young*. *Annals of Science*, 29. 2 Agosto de 1972.
- [7] Lafortune, Louise: *Femmes et mathématiques*. Les éditions du remue-ménage. Montreal. 1986.
- [8] Mataix, Susana: *Matemática es nombre de mujer*. Editorial Rubes. 1999.
- [9] Molero, María; Salvador, Adela: *Sonia Kovalevskaya*. Editorial Orto.
- [10] Perl, Teri: *Biographies of Women Mathematicians + Related Activities*. Math Equals. Addison-Wesley Innovative Series. USA. 1978.
- [11] Polubarinova-Kochina, P.: *Sophia Vasilyevna Kovalevskaya. Her life and work*. Foreign Languages Publishing House. Moscú. 1957.
- [12] Salvador, Adela; Salvador, Ana y Molero, María: *Mujeres y Matemáticas. Propuestas para una acción compensatoria*. Números. 22. 37-40. Tenerife. 1992.
- [13] Tee, G. J.: *The pioneering Women Mathematicians*. The Mathematical Intelligencer. Vol 5. nº 4. 1983.
- [14] Young, Grace Chisholm: *Beginners Book of Geometry*. Chelsea Publishing. New York. 1970.

Texto extraído de: SALVADOR, Adela y MOLERO, María. s/f. "La geometría vista por Grace Chisholm Young". En sitio web del Dpto. de Matemática e Informática Aplicadas a la Ing Civil. Universidad Politécnica de Madrid. Recuperado el 30 de noviembre de 2011, de [www.caminos.upm.es/matematicas/502\\_Grace\\_coor\\_maria.pdf](http://www.caminos.upm.es/matematicas/502_Grace_coor_maria.pdf)

## MILEVA EINSTEIN-MARIĆ (1875-1948): HACIA LA RECUPERACIÓN DE LA MEMORIA CIENTÍFICA

Maria Djurdjevic

*Universitat Rovira i Virgili. Tarragona*

El Año Internacional de la Física (2005), declarado por la UNESCO, se celebró en el mundo con numerosos eventos que conmemoraron un siglo del *Annus Mirabilis* (1905) en el que A. Einstein publicó sus más importantes trabajos sobre la teoría especial de la relatividad, la teoría cuántica y la teoría de la moción browniana. El mismo año (llamado “el año Einstein”) se cumplieron cincuenta años de la muerte (1955) del físico más célebre del siglo XX. En aquella ocasión, a muy pocos historiadores les pareció oportuno hacer mención también de Mileva Marić, primera esposa y colaboradora científica de Einstein, a pesar de que aquel mismo año se cumplían ciento treinta años del nacimiento (1875) de esa valiente mujer que, a pesar de su considerable aportación a la ciencia como fundadora de la física moderna, murió sin reconocimiento alguno. Seis décadas después de su muerte, consideramos que cabe ser recordado el trato indebido que la historia y el propio Einstein le dieron.

Es sabido que no han sido laureadas con el premio Nobel todas las mujeres que en el siglo XX han hecho aportaciones merecedoras de tal galardón; Mileva no es un caso único. Es bien sabido que los hombres se dedicaban a la ciencia casi en exclusividad hasta mediados del siglo XX. Las pocas mujeres que estuvieron dedicadas a la investigación en la primera mitad de siglo XX, eran esposas de científicos –las tres primeras premios Nobel compartieron el galardón con sus maridos–<sup>1</sup>. En el caso de Mileva, no obstante, el hecho de ser esposa de

---

1. Carmen Prada, “Estudio sobre la promoción de la mujer en las carreras docente, investigadora y de gestión, en las Facultades de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid y de la Universidad de Harvard”, Facultad de Medicina, Universidad Complutense de Madrid,

Einstein hizo que fuera anulada del todo como científica, y su papel quedase rebajado al de ‘señora que preparaba los cafés’.

Nuestro deseo de arrojar nueva luz a su destino no es una tarea solitaria (véase la bibliografía), pero encierra un riesgo. Hablar de la trayectoria de Mileva significa hablar de Albert y Mileva Einstein, rememorar una vida llena de pasión, descubrimientos científicos, creación, amor y traición, como en las mejores novelas de aventuras. Implica una nueva interpretación de la historia, diferente de la contada por los primeros biógrafos de Albert Einstein. Una tarea realmente difícil, dado que la verdadera historia sobre el trabajo científico conjunto jamás fue relatada por Mileva, quien prefirió llevársela consigo a la tumba. La historia está siendo recuperada del olvido gracias a algunos científicos, familiares y compañeros de trabajo de M. Marić, cuyo testimonio nos permite hoy, un siglo después, visitar los tópicos relacionados con el mito sobre Einstein.

La conmemoración del nacimiento de la física teórica que ofrecemos, se hace desde una perspectiva nueva –la vida de Mileva Marić–, un valioso testimonio tanto de la posición de la mujer en la ciencia europea en los comienzos del siglo XX, como del perfil científico y humano de ambos cónyuges Einstein.

### ¿Quién era Mileva Marić?

Mileva Marić (1875-1948) nació en Titel, cerca de la ciudad de Novi Sad (Újvidék), en el Imperio Austro-Húngaro, hoy Serbia. Nació en el seno de una familia serbia adinerada: su padre era oficial del ejército que tenía la misión de impedir que los turcos del Imperio Otomano cruzaran el Danubio. Al descubrir el gran talento de su hija, su padre decidió costearle los mejores estudios. Después de terminar la Escuela de Gramática en Sremska Mitrovica, tuvo que pedir un permiso especial para que su hija pudiera estudiar Física y Matemáticas, carreras reservadas para los hombres. Mileva fue aceptada en la Escuela Real

---

2002: “Al menos están bien documentados cinco casos de mujeres científicas eminentes, que se quedaron sin premio Nobel, dos de ellas fueron esposas de científicos que sí lo recibieron, una fue Mileva Marić, eminente física y matemática, primera esposa de Albert Einstein, premio Nobel de Física en 1921, y la otra, Chien-Shiung Wu, eminente física, esposa de un científico que recibió la mitad del premio Nobel de Física en 1957. Las otras tres científicas que no fueron galardonadas, y de las que sabemos, además, que fueron ninguneadas por sus jefes, son: Elisa Meitner, eminente física, que a juicio de Einstein era más brillante que la Sra. Curie y que su propia hija Irene, pero que tuvo el amargo destino de estar a la sombra de Otto Hahn, quien sí recibió el Nobel de Física en 1944; Rosalind Franklin, experta en difracción de Rayos X, que participó en todas las investigaciones sobre la estructura tridimensional del ADN por las que recibieron el premio Nobel de Medicina Watson (americano) y Crick (inglés) en 1962; y Joselyn Bell Burnell, quien en su trabajo de tesis doctoral descubrió los primeros púlsares, dirigida por el premio Nobel de Física de 1974, Anthony Hewish”.

Clásica (Gymnasium masculino) en Zagreb, siendo una de las primeras mujeres en el Imperio Austro-Húngaro que se sentaba en las aulas junto a sus colegas varones.

La talentosa jovencita de la que los amigos se reían llamándola “santa” (era la mejor alumna de la clase), pronto partiría hacia Suiza, armada de adoración por la física y las matemáticas, un gran talento para la música y la firme decisión de dedicar su vida a la ciencia, lo que consideraba su derecho. Con el recuerdo de los olorosos huertos y los infinitos campos sembrados de su tierra natal, la silenciada promesa que haría célebre el nombre de los Marić en el mundo, una *tamburitza* y notas de un par de canciones épicas serbias, en 1894 Mileva se fue a Zurich con el fin de terminar allí el bachillerato y luego ingresar en la Universidad.

En 1896 se matriculó en el famoso Instituto Politécnico, donde se habían licenciado muchos conocidos científicos de Europa, franceses, alemanes, polacos, húngaros, rusos, etc. Volvía a ser un ave solitaria en las aulas; en aquellos tiempos, pocas mujeres se atrevían a hacer una carrera, y menos en el campo que ella había elegido: la física experimental. Aunque al principio suscitaba dudas como mujer y como originaria de un país una parte del cual todavía no se había liberado del yugo otomano, pronto se ganó la confianza de sus profesores y compañeros, gracias a su gran talento para las matemáticas y a su buen talante. Mileva era promotora de reuniones estudiantiles en las que se debatían cuestiones filosóficas, tocaba música clásica y recitaba. Los profesores de la Escuela valoraron muy positivamente su capacidad para la investigación y el debate científico; los documentos de la época demuestran que era una compañera muy querida en el Instituto<sup>2</sup>.

Así es como la conoce, a la edad de 21 años, Albert Einstein, joven estudiante *ashkenazi* que ingresa en la Politécnica con 17. No tardaron en coincidir en las clases de matemáticas y física experimental, intercambiar ideas y apuntes, tocar juntos a Mozart y a Händel (ella tocaba el piano y él, el violín), en compañía de numerosos amigos de Mileva. El amor surgió a primera vista. Iban juntos por todas partes y hacían los deberes en el mismo escritorio. Casi cuatro años mayor que él, Mileva corregía con paciencia sus errores sociales (el joven Einstein “era de boca muy suelta”<sup>3</sup>) y matemáticos (sus correcciones están presentes

---

2. La correspondencia de Mileva y Albert con sus amigos Milana Bota y Helena Savić-Kaufler (M. Popović, *Una amistad. Cartas de Mileva y Albert Einstein a Helena Savich (Jedno prijateljstvo. Pisma Mileve i Alberta Ajnštajna Heleni Savić)*, Plato, Belgrado, 2005), con Michelle Besso (130 cartas, *Albert Einstein et Michelle Besso: Correspondance 1903-1955*, Herman, Paris, 1970) y con Moris Solovine (M. Solovine, *Albert Einstein, Letters to Solovine*, Philosophical Library, New York, 1987), entre otros.

3. “Ya sabes que mi querido tiene una lengua muy viperina”, se excusa Mileva con Helena por los comentarios que Einstein había hecho sobre su marido (carta de diciembre de 1901).



en la mayoría de los apuntes de Albert que se conservan). Enamorados con la intensidad del primer amor, comenzaron a compartirlo todo: cuadernos, apuntes, las llaves de la habitación de Mileva, la cama. En la Residencia de Estudiantes, Einstein casi se trasladó a vivir a la habitación de ella, que era el punto de encuentro también de muchos amigos suizos, franceses, alemanes, judíos, ingleses, polacos, austríacos, húngaros, serbios y griegos.

Fueron años de grandes descubrimientos científicos que dejaron huella en la imaginación de los dos jóvenes: Wilhelm Röntgen (físico alemán) había descubierto los rayos X en 1895, Mihailo Pupin (físico serbio) había reproducido fotográficamente una mano mediante los rayos X secundarios en 1896, y Hanrey Backerel ya había determinado definitivamente que las minas de uranio emitían radiaciones. Entre clases, reuniones estudiantiles y encuentros amorosos, Mileva y Albert comenzaron a pensar que algún tipo de energía irradia de la materia. Dos años más tarde, Maria y Pierre Curie descubrían el radio y el polonio. Mileva estaba obsesionada con la cuestión de cómo fundamentar matemáticamente la transformación de la materia en energía. Le invadían recuerdos de las luciérnagas que había visto en la colina de su ciudad natal y de los troncos en las riberas del río Tisza que brillaban enigmáticamente en las noches oscuras. Entusiasmada e inspirada, comparte con Albert sus intuiciones y su fascinación (como está documentado en sus cartas<sup>4</sup>). La idea de la transformación de la materia en energía llama la atención del joven Einstein; intuye que allí puede haber algo. Cuando ve con qué habilidad Mileva traduce sus intuiciones en fórmulas matemáticas, ya no se separa de ella.

Enamorado, se enfrenta firmemente a su madre, Paulina Einstein, obsesionada con la idea de separarle de esa *“empollona serbia”*. En una carta, Einstein informa a Mileva de la escena que sufrió en la casa de sus padres. *“–Y qué pasa con Dockerl?–, me preguntó fingiendo indiferencia. –Es mi mujer–, le contesté con la misma ingenuidad, pero preparado para la tormenta. Sucedió en un momento. Mamá se tiró sobre la cama, sumergió la cabeza en la almohada y se*

---

Milana Stefanović, compañera y estudiante de la Universidad Politécnica en Zurich, describe a Einstein así: *“Albert (...) tenía rasgos de cara irónicos y disfrutaba riéndose de los demás”* (en una entrevista para el periódico *Vreme*, Belgrado, 1929).

4. La mayor parte de la correspondencia de Mileva a Albert Einstein no se conserva; se sospecha que fue destruida por él. No obstante, algunas cartas lograron salvaguardarse y están publicadas en *The Collected Papers of Albert Einstein*, ambicioso proyecto de recopilación del legado escrito de Einstein que contendrá más de 14.000 documentos y abarcará más de veinticinco volúmenes (hasta la fecha han salido diez). Está financiado por la Universidad Hebrea de Jerusalén y Princeton University Press, con la colaboración de Boston University (1986-2000). Contiene artículos, reseñas de libros, descripción de las patentes, apuntes para la enseñanza universitaria, entrevistas, apuntes para las intervenciones públicas, cartas escritas por y a Einstein y documentos significativos de terceros sobre Einstein que se guardaban en *The Albert Einstein Archives* de la Universidad Hebrea de Jerusalén.

*echó a llorar como una niña. Nada más recuperarse del primer espanto, se lanzó sobre mí desesperada: — ¡Tú estás desaprovechando tu vida y cerrándote las perspectivas de futuro! Aquella mujer no merece entrar en una familia decente. Si tenéis un hijo, tendrás enormes problemas”*<sup>5</sup>. A pesar de sus continuas manifestaciones de odio por Mileva (el copioso material documental lo confirma), Albert continuó tanto la intensa colaboración científica como la íntima relación con ella. Se declaró admirador de su independencia intelectual y cultural. “*Qué feliz estoy por haber encontrado en ti una persona del mismo nivel que yo, fuerte e independiente. Me siento solo conmigo mismo cuando tú no estás*” (carta de Albert a Mileva, Milán, 3 de octubre de 1900).

Con el reconocimiento de su amor y su actitud protectora frente a las acusaciones de su madre, Einstein se ganó el corazón de Mileva. Ella también fue preparada para defender su amor a toda costa. Cuando el profesor Weber<sup>6</sup> aceptó su candidatura para la tesis doctoral (después de haber rechazado la de Einstein), ella enseguida intentó abrirle el camino a su querido compañero, cuya gran ambición era precisamente llegar a ser asistente del profesor Weber. Pero éste consideraba que Einstein no tenía suficientes conocimientos para entrar a formar parte de su equipo investigador, por lo que Mileva se empeñó en condicionar su propia participación a la aceptación de Albert<sup>7</sup>. Había empezado a sacrificar su carrera por amor.

Las cartas que se escribieron Mileva y Albert entre 1897 y 1909, además de encerrar mucha ternura, están repletas de fórmulas matemáticas y físicas: contienen comentarios sobre las teorías que desarrollaban o planeaban llevar a cabo. En sus vidas, amor y ciencia iban cogidos de la mano. De esa época temprana, no obstante, durante mucho tiempo se supo muy poco, porque en su autobiografía Einstein apenas menciona a Mileva en *una frase* en la que se refiere a ella como a su primera esposa. Según algunos comentaristas, él borraba sistemáticamente las huellas de Mileva del trabajo que habían realizado conjuntamente, ante la perplejidad de quienes conocían los hechos y observaban en silencio cómo se tejía el mito sobre el gran genio. Las cartas recibidas de Mileva jamás se han encontrado entre las pertenencias de

5. *The Collected Papers of Albert Einstein*, Vol. 1, Princeton University Press, 1986, p. 248.

6. El profesor Heinrich Friedrich Weber era Catedrático de Matemáticas y Física Técnica en el Instituto Politécnico de Zurich.

7. Neil Eshleman, *Mileva Einstein-Marić*, <http://carbon.cudenver.edu/stc-link/bkrvs/satclass/ein1.htm>. En la carta a Helena Kaufler de mayo-junio de 1901, Mileva escribe: “*Ahora estoy, como puedes imaginar, en medio de un enorme trabajo. Con Weber he tenido que discutir varias veces, pero ya estamos acostumbrados*”. En su carta de mediados de 1899, Mileva informa a su amiga: “*no obstante, estos días no he hecho tonterías, sino que he tenido que responder seriamente a la realidad: he puesto sobre papel un copioso trabajo que elegí como final de licenciatura, y quizás también como tesis doctoral, para que el profesor Weber pudiera criticármelo un poquito*” (Popovic, 2005, p. 37 y 186).



Einstein (los estudiosos consideran que las había quemado, como también hacía con las de Elsa, su segunda esposa, a lo que él mismo hace referencia en una de sus cartas que se conserva), mientras que Mileva Marić guardó toda la correspondencia recibida de Albert Einstein (aunque una parte de ella fue confiscada por parte de los agentes de él<sup>8</sup>).

Durante muchas décadas había dificultades para acceder a las pruebas documentales que pudiesen corroborar la tesis de la co-autoría de Mileva Marić en la Teoría de la Relatividad<sup>9</sup>. Sin embargo, se ha ido sugiriendo su papel real en la declaración de algunos científicos de la época, Premios Nobel de los años 30 del siglo XX<sup>10</sup>. El nudo empezó a desatarse cuando en 1985 murió Hans Albert Einstein, hijo de Mileva y Albert, en cuyas manos había caído una parte de la correspondencia que mantenían sus padres, que no pudo publicar en vida. Su esposa, Elisabeth Einstein, publicó una parte de esos documentos históricos el año siguiente de su muerte (1986)<sup>11</sup>. Todavía queda inédita la otra parte (Krstic, 2002). Esas cartas revelan tanto la evolución de la relación amorosa entre Albert y Mileva, como la evolución de su trabajo científico.

El gran eco que había provocado esa publicación dio lugar a que en 1990 en Nueva Orleans se celebrara el Congreso que finalmente abrió el debate sobre el papel de Mileva Einstein-Marić en los círculos académicos<sup>12</sup>. A partir de entonces comenzaron a aparecer estudios que replantean el papel de la primera esposa

---

8. Dr. Otto Nathan, amigo de A. Einstein en los EE. UU., se había ocupado de velar por la buena reputación de Einstein según sus propios criterios (Jeremy Bernstein en Book Reviews, *American Journal of Physics*, 68, 7 de julio de 2000, p. 676). Luchó ferozmente por no permitir la publicación de la obra completa de Einstein, hasta que finalmente en 1981 perdió el caso ante los Tribunales. Otra persona que se autoapropió el derecho de manipular los documentos era su secretaria Helena Ducas, a quien A. Einstein, desheredando a sus propios hijos, dejó la mayor parte de su herencia (Highfield, 1993, p. 246-247). El famoso biógrafo de Einstein, Ronald W. Clark, tuvo considerables problemas con los guardianes del mito de A. Einstein a la hora de publicar su obra, sólo porque sostenía que Mileva Maric había ejercido un papel positivo sobre la labor creativa de Albert Einstein y que su ayuda en conseguirle la fama mundial era considerable.

9. Después de la muerte de Mileva Marić en 1948, su correspondencia y apuntes fueron recogidos sin autorización por los agentes de Albert Einstein, antes de la llegada de Elisabeth Einstein, esposa de su primer hijo, y encerrados en los Archivos de A. Einstein en la Universidad Hebrea de Jerusalen, prohibida su consulta hasta el 2006 (Krstic, 2002).

10. Paul A.M. Dirac (1902-1984), Nobel en Física en 1933 y Werner Heisenberg (1901-1976), Nobel en Física del 1932, véase en *From a Life of Physics, evening Lectures at the International Centre for Theoretical Physics, Trieste, Italy (June 1968) – A special supplement of the IAEA Bulletin, International Atomic Energy Agency, Vienna.*

11. Elizabeth Einstein Roboz: *Hans Albert Einstein: Reminiscences of His Life and Our Life Together*, Iowa Institute of Hydraulic Research, University of Iowa, Iowa City, 1991.

12. AAAS (American Association for the Advancement of Science), *Annual Meeting Abstracts for 1990*, February 15-20, 1990.

de Einstein en la ciencia, basados en el análisis psicológico, filológico, físico, matemático e histórico de su vida y obra, pero también la de su marido. Comienza, así, la llamada 'desacralización' del mito Einstein, que puso en cuestión su competencia científica y, especialmente, el alcance humano de su persona. Varias décadas después de la muerte de ambos, se señaló que Mileva Marić fue maltratada psicológica y físicamente, borrada del mapa científico sin explicaciones y abandonada como esposa. Se inició el estudio de la parte menos investigada de la vida de Albert Einstein, la época temprana (1898-1914), años de su primer matrimonio con Mileva, en los que produjo todo lo valioso de su obra científica.

### Vida y trabajo de los Einstein

Las relaciones íntimas de Mileva y Albert se iniciaron en 1897, cuando empezaron el trabajo conjunto en la definición matemática de la teoría electromagnética de la luz, mientras que su trabajo común sobre la teoría de la relatividad comienza en 1901<sup>13</sup>.

Las fuentes que intentaron disminuir la importancia de Mileva en el desarrollo de la física cuántica y borrar su nombre de la ciencia europea, procuraron mostrar que, a pesar de ser una brillante estudiante, ella ni siquiera había logrado terminar los estudios de licenciatura<sup>14</sup>. Se trata, no obstante, de un pseudo-argumento. Es cierto que en 1900 Mileva no se presentó a los exámenes finales de licenciatura junto con Albert, pero lo hizo el año siguiente. Siguiendo la cronología de los hechos en la vida de Mileva Marić, se observa que la razón es su embarazo, noticia que la joven pareja tuvo que guardar en secreto, ya que no estaban casados. Mileva se marchó a su país natal, donde a principios de 1901 dio a luz a su primera hija, Lieserl<sup>15</sup>. Albert había prometido contraer matrimonio con ella nada más encontrar algún trabajo, pero antes tenía que terminar los estudios. Un hijo ilegítimo suponía un verdadero peligro para su reputación. Según algunas fuentes, la niña murió de escarlatina; según otras, fue dada a un orfanato de Novi Sad o en adopción. En cualquier caso, los estudiosos muestran que al año Mileva volvió a Zurich y se licenció en la Politécnica, un año más tarde que Albert.

En esa época la pareja vivía modestamente de las clases particulares de matemáticas y piano. Finalmente, en 1902, con la ayuda de un amigo, Einstein

13. Película de Geraldine Milton, *Einstein's Wife*, Melsa Films Pty Ltd.

14. Primeros biógrafos de Albert Einstein; habla de Mileva Maric en tono negativo también Albrecht Fölsing en *Annual Meeting of the AAAS*, Washington, D.C. February, 1991, "The First Mrs. Einstein and the Theory of Relativity: Setting Matters Straight", *Die Zeit*, 23 Nov. 1990.

15. *Overbye*, 2000; la correspondencia entre Mileva y Helena Savich-Kaufler entre 1902 y 1903 (Popovic, 2005); Markovic, 1994, p. 107; Zackheim, 1999.

consiguió trabajo como perito técnico en la Oficina de Patentes de Berna, por lo que decidieron casarse (6 de enero de 1903).

Su jornada completa de trabajo como técnico entre 1902 y 1908 no le dejaba tiempo para la investigación; no obstante, son los años en los que nace y se desarrolla la teoría de la relatividad. La falta de tiempo de Albert se la compensó Mileva con su seria y metódica dedicación a la ciencia. Escribía postulados de día, esperando a que Einstein volviera a casa para debatirlos juntos por la noche. Se levantaba temprano para acabar de perfilar ideas, compaginando la investigación con el trabajo de casa y cuidado de su primer hijo legítimo (Hans Albert).

*“Seré muy feliz y estaré muy orgulloso cuando concluyamos victoriosamente **nuestro** trabajo sobre el movimiento relativo”* (carta de A. Einstein a Mileva del 27 de marzo de 1901, citada en varios trabajos)

*“Antes de salir de viaje, hemos terminado un trabajo importante por el cual mi marido será conocido en todo el mundo”* (carta de Mileva a Helena Kaufner, Popovic, 2005)

Los Einstein dieron forma definitiva a los famosos escritos en 1905, año en que fueron publicados en los *Annalen der Physik*. Pasados algunos años del gran eco que suscitaron en los círculos científicos los revolucionarios artículos, una vez obtenida la ciudadanía suiza, en 1909 a Albert Einstein le fue ofrecida la plaza de profesor de Física Teórica en la Universidad Politécnica de Zurich. Mileva y Albert lograban aquello por lo que habían luchado juntos durante muchos años. La falta de tiempo de Einstein para asumir la tarea docente se lo compensó, una vez más, su esposa. Mientras él viajaba de reunión en reunión, ella le preparaba las clases, llevaba la correspondencia con los científicos, al tiempo que daba a luz a su segundo hijo, Edward (1910). Está completamente fuera de lugar el tono con el que los primeros biógrafos de Einstein hablan de esa época de su vida, asegurando que Mileva era una mujer vaga y desordenada, que era una mala madre y peor esposa. La retrataron como una mujer incapaz de ocuparse del orden y la tranquilidad que su marido necesitaba para trabajar como gran científico. A lo largo del siglo XX se habla de ella como de una persona excesivamente seria, depresiva y fea, de la que el pobre Einstein no sabía cómo deshacerse. Hoy en día, publicados los documentos que demuestran el nivel de implicación de Mileva Marić en el trabajo científico de los Einstein, esa visión se considera errónea.

Mileva y Albert Einstein tuvieron dos hijos más después de Lieserl: Hans Albert (1904-1973), que llegó a ser profesor de Ingeniería Hidráulica en la Universidad de Berkeley en California (EE.UU.), y Edward (1910-1965) que nació con síntomas de esquizofrenia y al que Mileva cuidó en casa toda su vida. Es conocido que la hermana de Mileva padecía la misma enfermedad; sin duda, se trataba de una herencia genética por parte de la familia de los Marić. Dicen algunos comentaristas que la preocupación por ese hijo acabó definitivamente

con la carrera científica de Mileva y, posiblemente, con el interés de Einstein por ella. Fue seguramente motivo suficiente para repudiar a la mujer en el entorno familiar de Albert, especialmente por parte de la madre de Einstein, cuyas ideas sobre la desgracia que le traía su amor por Mileva finalmente triunfaron.

De repente empezó a producirse el gran cambio de actitud de Albert respecto a Mileva. En la medida en que aumentaba su fama, Einstein se alejaba cada vez más de su familia. En una carta a su amiga Helena Kaufler, de casada Savić (3 de septiembre de 1909), Mileva proféticamente escribe: *“Mi marido ahora está entre los primeros físicos de lengua alemana y le tratan con enorme respeto. Estoy muy feliz por ese éxito merecido, sólo espero y deseo que la fama no ejerza una influencia negativa sobre la parte humana de su persona”*<sup>16</sup>.

El miedo de Mileva se cumplió pocos años después. En 1911 Einstein fue invitado a enseñar física en la Universidad de Praga. De aquellas fechas (1911, 1912) data la relación de Albert con otra mujer, su prima, mantenida en secreto durante varios años y que gozaba de la total aprobación de su madre, que sentía un odio patológico hacia Mileva<sup>17</sup>. En 1913 y 1914 Einstein aún volvía a casa los fines de semana (aunque ya no enviaba dinero ni cartas con regularidad) para buscar las clases de matemáticas que Mileva le seguía preparando (él tenía miedo de que sus colegas se dieran cuenta de la escasez de sus conocimientos matemáticos). Ella sufría ataques de celos por la presencia de otra mujer en la vida de Einstein. En sus visitas a casa en Zurich, Albert se mostraba cada vez más cruel con Mileva: sería desagradable reproducir los insultos con los que la obsequiaba. Según las investigaciones publicadas en los años '90, en la última etapa de su matrimonio, llegó a comportarse como un tirano e incluso se mencionan ataques físicos contra ella y los hijos (Higfield & Carter, 1993). Esa desagradable situación se prolongó hasta 1919, cuando formalmente llegaron a divorciarse, aunque ya en 1916 Albert había informado a Mileva de que no quería seguir con ella y que renunciaba a sus hijos. En una carta a Mileva del 14 de abril de 1914<sup>18</sup>, Einstein se le dirige así: *“A. Tú debes velar por lo siguiente: 1. Que mi ropa esté limpia y en buen estado, 2. Que cada día esté servido con tres platos en mi habitación, 3. Que tanto mi dormitorio como mi habitación de trabajo estén siempre limpios y, especialmente, que **mi escritorio esté sólo a mi disposición**”*<sup>19</sup>. *B. Tú renunciarás a toda relación personal conmigo, excepto cuando lo requieran los eventos sociales. Particularmente te prohíbo lo*

16. Popovic, 2005, p. 61.

17. El biógrafo de Einstein también lo confirma (Seelig, 1954, p. 143): “Diferentes minas, instaladas desde fuera para destruir su matrimonio, empezaron a estallar”.

18. *Collected*, 8, 1998, 22. p. 44.

19. El subrayado es de Krstic, 2002, quien ve en esa declaración una prueba más de que trabajar juntos en el mismo escritorio era el *modus vivendi* de los Einstein durante los quince años de trabajo conjunto en la ciencia.

siguiente: 1. Que esperes cualquier muestra de afecto de mí, 2. Que no respondas inmediatamente a cualquier pregunta que haga (...)

Mileva, debes escribir sobre aquello relacionado con la Sra Haber. Ellos deben ser conscientes que hay gente interesada en saber cómo se comporta **un hombre célebre**<sup>20</sup>.

Sin duda alguna, a Albert Einstein le esperaba un futuro luminoso: empezaba a ser conocido a lo largo y ancho de Europa. Le fue ofrecido el puesto de director del Kaiser-Wilhelm-Physical Institut de Berlín, cargo que ocupó desde 1913 hasta su emigración a los EEUU (1930), cuando, como judío, se desentendió del régimen nazi. La última parte de su vida fue ciudadano norteamericano y trabajaba como profesor en la Universidad de Princeton. Fue proclamado el hombre más famoso del siglo XX.

La vida de Mileva sin Albert fue muy difícil, según el testimonio de su hijo Hans Albert<sup>21</sup>. Después de la separación, ella quedó postrada en la cama durante tres años, padeciendo un trastorno de diagnóstico psiquiátrico que afecta a la marcha, llamado astasia / abasia. Su querido Einstein había abandonado a su familia. Adoptó las dos hijas del primer matrimonio de su segunda esposa, Elsa, al tiempo que permaneció sin ver a su hijo enfermo, Edward, durante treinta años. Sin entender por qué, Mileva fue abandonada por su marido, quien, además, la proclamó su enemiga.

Los psicólogos que analizaron la personalidad y el comportamiento de ambos cónyuges Einstein, notifican que Albert manifestaba mecanismos de defensa contra el sentimiento de culpabilidad mediante la racionalización del odio hacia ella<sup>22</sup>. Otros dicen que durante toda su vida le tuvo a Mileva un enorme miedo que, ni siquiera después de la muerte de ella, llegó a superar y que se debía a la amenaza que Mileva le había hecho por dejar de pagar la alimentación de sus hijos, amenaza con que iba a publicar su biografía. El libro de Highfield y Carter arrojó nueva luz sobre las manchas oscuras en la vida de Albert Einstein respecto a su esposa y sus hijos, anotando que el gran genio supo ser benévolo con quienes le rodeaban, pero también cruel y egoísta en

---

20. Ese subrayado también es de Krstic, 2002 y sirve como prueba de que a Einstein la fama, efectivamente, le emborrachaba.

21. Elizabeth Einstein Roboz, *Hans Albert Einstein: Reminiscences of His Life and Our Life Together*, Iowa Institute of Hydraulic Research, University of Iowa, Iowa City, 1991.

22. En Popović, 2005, se cita una carta escrita por Einstein en las últimas semanas de su vida, a modo de confesión (dirigida a la esposa de su amigo Michele Besso, quien había defendido la causa de Mileva durante su separación): "Lo que más he respetado en Mishelle como persona es el hecho de que había sido capaz de vivir tantos años con una sola mujer, en constante concordia, empresa en la que yo fracasé dos veces" (*Albert Einstein et Michele Besso: Correspondance 1903-1955*) Herman, Paris, 1972.



su búsqueda de equilibrio interior que jamás alcanzó. *“Era un hombre en el que la combinación de la visión intelectual y la miopía emocional dejaron tras de sí toda una serie de vidas dañadas”*. *“Así era el hombre que revolucionó nuestro entendimiento del universo”* (R. Highfield y P. Carter, 1993).

### **La aportación de Mileva a la Teoría de la Relatividad**

Independientemente de la postura tardía de Albert Einstein hacia su primera mujer, habría que reconocer a Mileva Marić, de forma objetiva, el mérito de haber participado en la empresa científica conjunta, cuando no de haber sido la mente dinamizadora del genio de (los) Einstein.

Aunque su nombre fue borrado de todos los trabajos que habían realizado juntos, en varias ocasiones Einstein indirectamente reconoció a Mileva su genialidad y su capacidad intelectual. A pesar de sus declaraciones de que para él su matrimonio era una especie de asociación intelectual (*“Yo necesito a mi mujer como colaboradora. Ella resuelve mis problemas matemáticos”*), jamás reconoció públicamente la aportación científica de su mujer en la creación de la teoría de la relatividad. Es la razón por la que la historia de la ciencia interpreta el caso de Mileva Marić como opuesto al de Marie Skodolowska Curie, científica de un contexto cultural y social semejante, cuyo marido, Pierre Curie, compartió con ella el Premio Nobel (algunos sostienen que se debe a la diferente relación frente a la mujer en el contexto francés y alemán de los principios del siglo XX). A su vez, el nombre de Mileva Einstein-Marić se vincula a artículos sensacionalistas dirigidos a destruir el mito de Albert Einstein, lo contrario de lo que ella se merece como científica y como persona.

Entre las diversas interpretaciones que se han realizado del papel de Mileva Marić en la ciencia, una subraya sus logros en el crecimiento personal y profesional de Einstein como compañera y esposa, pero le niega cualquier aportación científica<sup>23</sup>. Aunque resultó cómoda, esa versión quedó inválida después de que se encontraran las pruebas documentales que demostraron la dimensión real de su aportación. Hasta 1986, cuando murió Hans Albert Einstein y fue encontrada la correspondencia de Einstein y Mileva en una caja de zapatos, sólo la investigadora Djurić Trbuhović y algunos compañeros de estudios de los Einstein en la Universidad Politécnica de Zurich<sup>24</sup> sostenían que la contribución directa de Mileva era muy grande. El descubrimiento de las cartas escritas por

23. Abraham Pais, *Einstein lived here*, Clarendon Press, New York, 1994.

24. D. Djurić Trbuhović, *Das tragische Leben der Mileva Einstein-Marić, l'm Schatten Albert Einstein*, Paul Haupt Bern, Stuttgart, 1985. Milana Stefanović, entrevista en *Vreme*, Belgado, 1929.

Mileva Marić (desde 1897 hasta el final de su vida) a sus amigos, hijos y otros científicos cambió sustancialmente la imagen que se había construido sobre la vida privada de Albert Einstein y, especialmente, su primera esposa. A la publicación de esa correspondencia se habían opuesto contundentemente los agentes y secretarios de Albert Einstein, empeñados en preservar su buena reputación.

En 1905 se publicaron en la revista *Annalen der Physik* bajo el nombre de Albert Einstein, tres asombrosos artículos: uno (el 9 de junio) sobre la naturaleza cuántica de la luz y el efecto fotoeléctrico; otro (el 18 de julio) sobre la mecánica estadística y el movimiento browniano, y el tercero (el 26 de septiembre) sobre la teoría especial de la relatividad; son conocidos generalmente como los artículos del *Annus Mirabilis*. Los tres fueron enviados por correo postal, firmados por Albert y Mileva conjuntamente. Existe un testimonio escrito por el antaño director de los *Anales de la Física*, el físico judío-ruso Abraham Joffe<sup>25</sup>, de que vio con sus propios ojos los textos firmados por 'Einstein-Marity' ('Marity' es la transliteración húngara del apellido serbio Marić, según la normativa vigente en el Imperio Austro-Húngaro).

Tal como desapareció el nombre de Mileva Marić en el curso de la publicación de los célebres escritos, desapareció también su tesis doctoral presentada en 1901 en la Universidad Politécnica de Zurich. Hay testimonios escritos que indican que ese trabajo de investigación consistía precisamente en el desarrollo de la teoría de la relatividad. Como la reputación científica de Albert Einstein, algunos años más tarde, no pudo ser puesta en cuestión, esa tesis fue retirada de los archivos de la Universidad. La existencia del manuscrito de esa tesis sería una prueba documental de que la Teoría de la Relatividad era, en realidad, un proyecto de Mileva Marić.

Se conservan algunas cartas que demuestran que, efectivamente, hubo un proyecto de tesis de Mileva Marić de sumo agrado del profesor Weber:

*"Weber ha aceptado mi propuesta para la tesis, y hasta se mostró muy satisfecho. Me alegro enormemente por las investigaciones que con este motivo tendré que desarrollar"*, dice Mileva en la carta a Helena Kaufler-Savich del 9 de marzo de 1900 (Popovic, 2005, p. 166).

*"A la señorita Marić también le fue ofrecido el puesto de asistente (a su profesor) en la Politécnica, pero ella no quiere aceptarlo por los estudiantes, sino quiere presentarse al concurso para puesto vacante de bibliotecario en la*

---

25. A. F. Joffe, "In Remembrance of Albert Einstein", *Uspekhi Fizicheskikh Nauk*, Volume 57, Number 2, 1955, p. 187 (A. Ф. Иоффе, "Памяти Альберта Эйнштейна", *Успехи физических наук*). Desgraciadamente, los manuscritos originales de los artículos enviados no se conservan. Posiblemente estuvieron escritos por Mileva Marić (Krstic, 2002).

*Politécnica*”, narra la carta de Helena Kaufler a su madre, del 14 de julio de 1900 (Popovic, 2005, p. 168).

“*Ya he terminado los estudios, aunque, a causa de Weber, aún no he obtenido el título de doctora*”, carta de Mileva a Helena, otoño de 1901 (Popovic, 2005, p.188).

Los recientes descubrimientos niegan así aquella interpretación que sostiene que Mileva Marić era una simple caja de resonancia de ideas de Einstein, o su secretaria. Los comentaristas y biógrafos de Albert y Mileva Einstein del Reino Unido, Alemania, Francia, Eslovenia, Serbia y los EE.UU. suelen citar los siguientes hechos a la hora de reclamar la rehabilitación científica de Mileva Marić:

1. El gran talento que fue descubierto ya en la temprana edad de esa mujer y los extraordinarios resultados que obtenía en todas las escuelas, además de las características personales tales como la fuerza de voluntad y la perseverancia en la dedicación a la ciencia, familia y amigos. Cambió varias veces de escuela, ciudad y país, a pesar de los considerables impedimentos que se presentaban a las mujeres para estudiar ciencias experimentales a finales del siglo XIX, convencida de su talento y guiada por su extraordinaria inquietud científica.
2. Mileva gozaba de respeto por parte de sus profesores también en el Instituto Politécnico de Zurich. Está demostrado que uno de los primeros cursos que atendió junto con Albert Einstein, fue el del profesor Hermann Minkowski, y que, a diferencia de él, sacó notas brillantes. Se sintió muy atraída por la geometría cuadridimensional ‘espacio-tiempo’ que ese profesor enseñaba y que más tarde entraría en la base de la definición matemática de la teoría de la relatividad.
3. Mileva (y no Albert) durante años mantuvo correspondencia con Max Planck<sup>26</sup> y otros científicos, prueba de que trabajaba sistemáticamente en el desarrollo de las revolucionarias teorías. El semestre invernal de 1897-1898 Mileva lo pasó en la Universidad de Heidelberg con el profesor Lenard, premio Nobel de Física, donde realizó su investigación sobre el efecto fotoeléctrico. Sus impresiones están reflejadas en su correspondencia con Albert quien se había quedado en Zurich: estaba fascinada con la relación entre la velocidad de los átomos y las distancias en las que ocurren sus choques, fenómeno que será presentado en el artículo sobre el movimiento browniano que años después le valió el premio Nobel (a su marido).

---

26. Se conserva el manuscrito de la respuesta de Mileva Marić a Max Planck a su artículo sobre la irradiación de rayos infrarrojos en los Archivos de Albert Einstein en la Universidad Hebrea de Jerusalén. El documento está publicado en *Collected*, 3, 1993, p.177-178; el facsímil, en Krstic, 2007, versión serbia, II edición, p. 154.



4. El catedrático Heinrich Friedrich Weber valoró altamente su trabajo de fin de carrera y la eligió como profesora asistente y doctoranda suya (mientras que la propuesta de Einstein no fue aceptada)<sup>27</sup>.
5. En los años en que fue ideada y desarrollada la teoría de la Relatividad, entre 1901 y 1905, Albert Einstein no disponía de tiempo libre para dedicarse a la investigación, ya que entre 1902 y 1908 trabajaba la jornada completa en la Oficina de Patentes en Berna. Varios testigos oculares testimoniaron que los cónyuges trabajaban juntos por las noches, mientras que Mileva escribía los postulados a debatir también durante el día (Trbuhovic, 1993, p. 87)
6. La letra de Mileva Marić está presente en diversos documentos de Einstein, tales como la correspondencia con los célebres científicos de la época, los apuntes relacionados con el desarrollo teórico de los postulados físicos y los apuntes para la enseñanza de matemática y física, que dan fe de su dedicación activa a la física y su colaboración científica con Einstein (Krstic, 2007, pp. 152-155). Las correcciones que ejercía Maric sobre sus propios textos señalan las fases de su proceso creativo y desvelan un auténtico trabajo de investigación.
7. Aunque los trabajos habían sido publicados bajo el nombre exclusivo de Albert Einstein, existe el testimonio escrito por el científico Joffe, quien estuvo a cargo de la revista *Annalen der Physik* en 1905, según el cual los artículos llegaron a la redacción firmados por Einstein-Marity.
8. Los años en los que Einstein compartió su vida y trabajó con Mileva son precisamente años de sus grandes descubrimientos científicos. Después de separarse de ella, cesó su labor creativa<sup>28</sup>.

Algunos comentaristas sostienen que Einstein llegó a reconocerle indirectamente el mérito a su mujer cuando le entregó el Premio Nobel recibido el año 1921. Otros señalan que no hubo recompensa voluntaria ni siquiera de carácter económico, sino que Einstein no tuvo más remedio que cumplir el contrato que había firmado con ella. Los que conocían de cerca a la familia Einstein notifican que Mileva, al ver que ocurría lo que más temía –que el comportamiento de su marido cambiaba una vez lograda la fama y que no aguantaba la presión del repentino éxito manteniendo la integridad (empezó a desdeñar afectiva y materialmente a su familia, salía con otra mujer y sus remordimientos de conciencia se convirtieron en odio hacia su esposa)– puso como condición

---

27. Lo demuestra la carta a Helena Kaufler Savić de 1899 (Popovic, 2005).

28. Según el físico norteamericano Evan Harris Walker (*Physics Today*, february 1989 “Did Einstein Espouse his Spouse’s Ideas?”, p. 11), “al terminar su matrimonio con Mileva, su física se volvió conservadora. (...) Me pregunto si algún día llegaremos a averiguar que la teoría de la relatividad (en realidad) fue engendrada en la mente de Mileva Einstein”.

para otorgarle el divorcio que en el caso de que recibiese algún premio por los artículos publicados, le cediese la totalidad de la cantidad recibida<sup>29</sup>.

Eso indica dos cosas. Una: que Mileva, como verdadera autora de éstos, conocía perfectamente el valor de sus trabajos. Dos: que Einstein ni siquiera se imaginaba que éstos pudieran valer el Nobel, pues no dudó en firmar aquel documento<sup>30</sup>.

### “Nosotros somos EIN-STEIN”

Sin embargo, es sabido que Mileva hizo callar a todos quienes, en una u otra ocasión, intentaron hablar de su aportación a la creación de la física moderna, junto a su marido.<sup>31</sup> Ese tema era tabú para ella. Cuando en una ocasión le preguntaron por qué había regalado la teoría de la relatividad a Albert, dijo: “*Nosotros somos Ein Stein*”, que en alemán significa “somos una piedra”, una sola pieza.

¿Cuál era el motivo que llevó a Mileva a la autoanulación? La respuesta hay que buscarla en los estudios realizados por psicólogos y antropólogos. En el análisis de la personalidad de los Einstein realizado por el profesor Milan Popović, psiquiatra de orientación psicoanalítica<sup>32</sup>, se detectaron en la personalidad de Mileva Marić características como la tendencia a la autonegación, la extrema modestia, el miedo a no ser querida (que la perseguía desde la niñez, dado que era coja), que dieron lugar al miedo a salir de la relación simbiótica con Einstein. También, la tendencia a asumir la culpabilidad y la propensión a sacrificarse por los seres queridos. Otros rasgos personales de Mileva Marić que se mencionan son la capacidad de profundización, la metodicidad, la inteligencia, la sensibilidad y la independencia intelectual, reconocidos también por su marido en varias cartas salvaguardadas.

29. Svetlana Vasović-Mekina “Intervju – Djordje Krstić: Ajnštajn i Mileva”, *Vreme*, Belgrado, 2003.

30. Con el dinero del premio Nobel Mileva Marić compró tres casas, dos de las cuales vendió con objeto de obtener medios para sobrevivir en los difíciles años después de la Primera y la Segunda Guerra Mundial y pagar el hospital donde, después de su muerte en 1948, fue ingresado su hijo gravemente enfermo de esquizofrenia.

31. Se conserva la carta de protesta de Mileva Marić dirigida a Milana Stefanović (su compañera de estudios en el Instituto Politécnico de Zurich), quien en la entrevista para la revista *Vreme* del 23 de mayo de 1929 habló de ella como coautora de la teoría de la relatividad.

32. En el libro *Jedno prijateljstvo. Pisma Mileve i Alberta Ajnštajna Heleni Savić (Una amistad. Cartas de Mileva y Albert Einstein a Helena Savich)*, se presenta la correspondencia que la abuela del autor, Helena Savić-Kaufler, intercambió con los Einstein entre 1897 y 1940 (70 cartas). El autor, profesor de la Universidad de Belgrado y autor de varios libros y manuales de psiquiatría social y psicoterapia, presenta junto a la correspondencia en alemán y serbio un estudio psicológico-histórico de la vida de Mileva Einstein-Marić.

Todo indica que la presencia de valores heredados de la cultura tradicional serbia también jugaron un papel considerable en la formación de la personalidad de Mileva. L. Feuer la describe así: “*de aspecto serio, decidido y espiritual*”: “*A pesar de la cojera que apenas se percibía, Mileva pudo haber sido el objeto de deseo de muchos hombres... tenía actitudes políticas radicales y, obviamente, ese algo que tienen los estudiantes que provienen de los países eslavos, el principio de retornar a su pueblo*”<sup>33</sup>. Es conocido que Einstein admiraba ‘ese algo’ en Mileva que calificaba de ‘no-filisteo’, contrario a la mediocridad y a las falsas autoridades. El *milieu* cultural de Mileva –la tradición patriarcal serbia– se caracterizaba por el *pathos* de caballería, el sacrificio por la comunidad, el impulso de proteger el ideal, la lucha tenaz por la seguridad y estabilidad de relaciones y valores.

También se podría decir que su destino fue determinado por la relación indefinida entre el papel masculino y femenino que desempeñaba en la vida. Mileva era una mujer que se había propuesto realizar tareas de investigación científica, en aquella época reservadas exclusivamente para los hombres: descifrar el secreto del Universo y transcribir la realidad en fórmulas matemáticas y postulados físicos. Su padre la había elegido como el hijo predilecto (el más talentoso de los tres) independientemente de que fuera mujer, de modo que Mileva Marić tenía una doble misión en la vida, la masculina y la femenina.

Einstein a su vez encarnaba el principio masculino: emprendedor de hazañas y exhibicionista en el campo de batalla, motivado por lo práctico y lo utilitario, siempre en movimiento y con “*miedo a quedarme mentalmente estéril*”. Definía su matrimonio con Mileva como “*una sociedad intelectual*”. Además, la masculinidad caracteriza también el *milieu* cultural occidental del que él provenía: una sociedad basada en la competición y las leyes de mercado, así como en el individualismo y la obsesión con el progreso y el éxito.

Como mujer, Mileva Marić basaba su relación con Einstein en el amor y la confianza entendidos en términos absolutos, en consonancia, también, con su tradición cultural. Para ella, su matrimonio era *Ein Stein* (“*Wir beide sind ein stein*”)<sup>34</sup>. No se sentía mal por haberle regalado la fama y el puesto de trabajo a su marido, haberle orientado durante años o haber puesto orden y coherencia a sus escritos, ni tampoco por haber sacrificado su reputación científica por la suya: “*Creo que la felicidad humana vale más que cualquier éxito en la vida*”<sup>35</sup>.

---

33. L. Feuer, *Einstein and the Generations of Science*, Transaction Publishers, New Brunswick, third printing, 1989.

34. D. Trbuhović-Djurić, *Im Schattens Albert Einstein*, Paul Haupt, Bern-Stuttgart, 1985.

35. M. Popović, *Una amistad*, p. 41.

Mileva Marić era una persona a la vez suave y firme, modesta y noble, segura de sí misma, y sobre todo, coherente. Hacía en silencio las matemáticas de su mimado Albert, lejos de la fama y de las intrigas familiares, incluso cuando él ya la había abandonado. Tras el fracaso de su matrimonio del que difícilmente se recuperó y la enfermedad cada vez más grave de su hijo Edward, Mileva eligió vivir lejos de sus amigos y su país natal, en Zurich, en el mismo piso donde vivía con Einstein cuando eran estudiantes, hasta el final de su vida. El balcón de aquel piso daba a la Universidad Politécnica donde habían pasado los mejores años de su vida.

## Conclusión

Durante decenios no se habló de Mileva Marić más que entre los círculos feministas y del movimiento antijudío, orientados a corroer el mito sobre Albert Einstein. No obstante, ella se merece algo más -el reconocimiento justo de sus méritos en la ciencia-.

Nuestra intención en esa ocasión era difundir algunos datos nuevos sobre la aportación de Mileva Einstein-Marić a la física moderna, conscientes de que la controversia que envuelve a este fascinante personaje continuará, dada la inmensa fama de su ex marido Albert Einstein. Son cruciales para esta tarea las recientes investigaciones realizadas sobre la primera etapa de la vida de Albert Einstein, la época menos investigada, que iluminan indirectamente el papel de Mileva en su vida y obra. Estos estudios señalan que los cónyuges trabajaban en equipo y que la sinergia en el proceso creativo común era máxima.

En la época del idilio matrimonial, día tras día, habitualmente por las tardes/noches, ella trabajaba en el escritorio junto con su marido, lejos de la mirada de la gente, a su manera -silenciosa y modesta-, por lo que hoy es difícil determinar con exactitud el grado real de su implicación en la labor científica conjunta. Pero, si consideramos el hecho de que era una excelente matemática y física y que, al fin y al cabo, recibió el premio Nobel (aunque de su exmarido), llegamos a la conclusión de que su contribución fue grande y significativa. Lo más probable es que, si no hubiese habido prejuicios sobre la participación de las mujeres en la ciencia a principios del siglo XX, especialmente en el seno de la sociedad alemana, en muchos artículos publicados por Einstein entre 1901 y 1913<sup>36</sup> hubiera figurado también el apellido de Marić. Si en aquel entonces hubieran estado vigentes los actuales criterios para la elaboración de artículos científicos, a Mileva Marić le correspondería el estatus de co-autora. Puede que Mileva habría aceptado el papel de "ser sombra de su marido", pero

---

36. Véase la lista de artículos en Krstic, 2002.

ni su carácter ni las costumbres sociales de aquella época nos obligan a quitarle el lugar que merece en la historia de la física. Además, creemos que el reconocimiento de Mileva Marić como uno de los primeros físicos teóricos europeos no hace disminuir la imagen de Einstein, ya que es sabido que su método de trabajo requería un colaborador.

Finalmente, la estrecha colaboración con Mileva explica y aclara como Albert Einstein, desempeñando un trabajo que poco tenía que ver con la física teórica (en la Oficina de Patentes de Berna) precisamente en aquella época llegó a realizar un cúmulo de descubrimientos científicos revolucionarios. Son pocos los que saben que Einstein recibió el Premio Nobel en 1921 por su trabajo realizado en 1905, es decir, durante aquel feliz período (Berna, 1903-1909) de su matrimonio con Mileva. Gracias a aquella inusitada concentración de ideas y descubrimientos teóricos que raras veces se dio en la historia de la física, a Einstein se le llegó a comparar con Isaac Newton, quien para sus numerosos descubrimientos necesitó un lapso de tiempo mucho más largo. No obstante, Einstein jamás reconoció públicamente la colaboración de su exesposa y Mileva se mantuvo en silencio durante toda su vida. Después de la muerte de Mileva, sin consentimiento de la familia, por su piso pasó Otto Nathan -uno de los fundadores y guardianes del mito de Einstein-, haciendo desaparecer numerosa correspondencia con Albert, documentos y objetos personales de Mileva Marić (que hasta la fecha no fueron encontrados). Ha habido censura a la publicación de cualquier información sobre el trabajo científico de Mileva y su vida con Albert. Tampoco está permitida la consulta de los documentos relacionados con su divorcio, probablemente porque contienen declaraciones oficiales de Mileva sobre el deplorable fin de su relación.

También ha llamado nuestra atención el hecho de que después del divorcio con Mileva, Albert Einstein ya no fuera capaz de continuar sus investigaciones. Durante treinta años intentó sin éxito postular "la teoría unitaria de campo", para dedicarse finalmente al pensamiento político (sionismo, pacifismo) y la popularización de la ciencia. Es conocido también que a menudo tenía ideas opuestas a las pacifistas (estaba implicado en la creación de las armas nucleares y le entusiasmaba el poder militar). No obstante, la fama conseguida ya en vida por la postulación de la Teoría de la Relatividad encubría sus posteriores fracasos científicos y sus incoherencias. Póstumamente, su fama aumentó aún más, hasta llegar a ser elegido la principal figura del siglo XX, el "siglo del progreso".

A Mileva Marić tal galardón nunca le hizo falta ni lo reclamó, pero es históricamente inaceptable silenciar su trabajo científico y su considerable aportación al conocimiento universal.

## Bibliografía

"Albert Einstein - Person of the Century", *Time*, December 31, 1999.

"Did Einstein's Wife Aid in Theories?", *New York Times*, March 27, 1990.



- "Did Einstein's Wife Contribute to His Theories?", *The New York Times*, 27 March 1990, Section C, p. 5.
- "Was the First Mrs Einstein a Genius, too?", *New Scientist*, Number 1706, 3 March 1990, p. 25.
- ABRAHAM, Carolyn: *Possessing Genius, The Bizarre Odyssey of Einstein's Brain*, Penguin Books, Canada Limited, 2001.
- BARNETT, Carel: *Comparative Analysis of Perspectives on Mileva Maric Einstein* (Tesis Doctoral), 1998.
- BARTOCCI, Umberto: *Episteme*, Volume 6, Number 2 December 2002, pp. 281-286.
- BJERKNES, Christopher Jon: *Albert Einstein: The Incurable Plagiarist*, 2002, Internet.
- BRUCE, Colin: *The Einstein Paradox and other Scientific Mysteries solved by Sherlock Holms*, 1997
- BUKUMIROVIĆ, Dragana: *Mileva Maric Ajnstajn*, Biblioteka Fatalne Srpkinje, Knjiga Broj 2, Narodna Knjiga, Beograd, 1998.
- CHAMBERLAIN, Lesley: "A Daughter of Science", *Times Literary Supplement*, February 13, 1998.
- DANIN, D.: "Neizbezhnost Strannogo Mira", *Molodaia Gvardiia*, Moscow, 1962, p. 57. (Д. Данин, *Неизбежность странного мира*, Молодая Гвардия, Москва).
- EINSTEIN, Elizabeth Roboz: *Hans Albert Einstein: Reminiscences of His Life and Our Life Together*, Iowa Institute of Hydraulic Research, University of Iowa, Iowa City, 1991 (Appendix A contiene la biografía de Mileva Marić por Djordje Krstić)
- ESHLEMAN, Neil: *Mileva Einstein-Maric*  
<http://carbon.cudenver.edu/stc-link/bkrvs/satclass/ein1.htm>
- FÖLSING, A: "Keine 'Mutter der Relativitätstheorie'", *Die Zeit*, Number 47, 16 November 1990, p. 94.
- FORBES, Malcolm: *What Happened to Their Kids! Children of the Rich and Famous, Children of Albert Einstein*. Simon & Schuster, New York, 1990.
- GABOR, Andrea: *Einstein's Wife: Work and Marriage in the Lives of Five Great Twentieth Century Women*. Viking Press, New York, 1995.
- GARFINKEL, S.: "First Wife's Role in Einstein's Work Debated", *The Christian Science Monitor*, 27 February 1990, p. 13.
- GOODMAN, Ellen: "Relatives and Relativity: There Were Two Einsteins", *International Herald Tribune*, March 16, 1990.
- GOODMAN, Ellen: "Out from the shadows of 'great' men", *The Boston Globe*, March 15, 1990.

- HAAG, J.: "Einstein-Marić, Mileva", *Women in World History: A Biographical Encyclopedia*, Volume 5, Yorkin Publications, 2000, pp. 77-81.
- HIGHFIELD, Roger and CARTER, Paul: *The Private Lives of Albert Einstein*. London: Faber & Faber, 1993.
- HILTON, Geraldine: *Einstein's wife*, película, Melsa Films Pty, Ltd.
- JELAĆA, Simo: "Velikanu u spomen", *Gracanica* (8-11) 2002/03.
- JOFFE, A.F.: "In Remembrance of Albert Einstein", *Uspekhi Fizicheskikh Nauk*, Volume 57, Number 2, 1955, p. 187. (А. Ф. Иоффе, "Памяти Альберта Эйнштейна", *Успехи физических наук*).
- KRSTIĆ, D: «The Education of Mileva Marić-Einstein, the First Woman Theoretical Physicist, at the Royal Classical High School in Zagreb at the End of the 19th Century», *Collected Papers on History of Education (Zagreb)*, Volume 9, 1975, p. 111.
- KRSTIĆ, D: «The First Woman Theoretical Physicist», *Dnevnik*, Volume 30, VIII/21, Novi Sad, 1976.
- KRSTIĆ, D: "The Wishes of Dr. Einstein", *Dnevnik*, Volume 28, Number 9963, Novi Sad, 1974, p. 9.
- KRSTIĆ, D: "Collected Papers", *Natural Sciences*, Volume 40, Matica Srpska, Novi Sad, 1971, p. 190, note 2.
- KRSTIĆ, D: *Mileva & Albert Einstein. Ljubezen in skupno znanstveno delo (Albert y Mileva Einstein: su amor y colaboración)*, Didakta, 1976, 2003. Murska Sobota, Solidarnost, 2002.
- KRSTIĆ, D: *Mileva i Albert Einstein. Ljubav I zajednicki naucni rad*, Akademaska knjiga, Novi Sad, 2007, II edición (ampliada)
- LOGUNOV, A. A.: *Henri Poincare i TEORIA OTNOSITELNOSTI*, Nauka, Moscow, 2004 (А. А. Логунов: *Анри Пуанкаре и ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ*, Наука, Москва, 2004). La traducción al inglés está en prensa: *Henri Poincare and the Theory of Relativity*.
- MAKSIMOVIĆ, Miodrag: "Feministicki stereotipi i ocrnjeni Nemci", *Knjizevne novine, Srpsko nasledje*, br 14, 1999.
- MARKOVIĆ, Živko: *Secanje starih Novosadjana na Anjštajnove*, Savetovanje o doprinosu Mileve Marić nauci, Matica Srpska, Novi Sad, 1994.
- MAURER, Margarete: "Die Eltern' oder 'Der Vater' der Relativitätstheorie? Zum Streit über den Anteil von Mileva Marić an der Entstehung der Relativitätstheorie", *PC news*, nº 48, Jahrgang 11, Heft 3, Vienna, 1996, pp. 20-27.
- McGRAIL, Anna: *Mrs. Einstein*, Doubleday, New York, 1998 (novela).
- OVERBYE, D.: "Einstein in Love", *Time*, Volume 135, Number 18, 30 April 1990, p. 108.
- OVERBYE, D.: *Einstein in Love: A Scientific Romance*, Viking, New York, 2000.
- PAIS, A.: *Einstein Lived Here*, Oxford University Press, New York, 1994, pp. 14-16.

- PAIS, A.: *Subtle is the Lord*, Oxford University Press, New York, 1982, p. 47.
- PAPPAS, T: *Mathematical Scandals*, Wide World Publishing/Tetra, San Carlos, California, 1997, pp. 121-129.
- PHIPPS, Thomas E. J.: *Infinite Energy Magazine*, Volume 8, Number 47 January/February 2003, pp. 38-39.
- POPOVIĆ, Milan: *In Albert's Shadow: The Life and Letters of Mileva Marić, Einstein's First Wife*, The Johns Hopkins University Press, 2003.
- POPOVIĆ, Milan: *Jedno prijateljstvo. Pisma Mileve i Alberta Ajnštajn Heleni Savić (Una amistad. Cartas de Mileva y Albert Einstein a Helena Savić)*, Plato, Beograd, 2005.
- RENN, J. & SCHULMANN, R.(editores): *Albert Einstein/ Mileva Marić: The Love Letters*, Princeton University Press, 1992 (parte de la correspondencia entre Mileva y Albert).
- ROBINSON, Paul A. J.: "Early Einstein: The Young Physicist's Papers", *Christian Science Monitor*, October 11, 1987.
- SAVIĆ, Svenka: *The Road to Mileva Maric – Einstein. Private letters*, 2001.
- SEELING, Carl: *Albert Einstein – Ideas and Opinions*, 418 ps, 1954. Nueva traducción y revisión por Sonja Bargmann, Calcutta, Rupa, 1984.
- STACHEL, J. (editor): *The Collected Papers of Albert Einstein*, Volume 1, Princeton University Press, 1987 (una parte de la correspondencia entre Mileva y Albert).
- STACHEL, J: "Albert Einstein and Mileva Maric: A Collaboration that Failed to Develop", *Creative Couples in the Sciences*, Rutgers University Press, New Brunswick, New Jersey, 1996, pp. 207-219; publicado nuevamente en: *Einstein from 'B' to 'Z'*, Birkhaeuser, Boston, Basel, Berlin, 2002, pp. 39-55.
- SULLIVAN, W.: "Einstein Letters Tell of Anguished Love Affair", *The New York Times*, 3 May 1987, pp. 1, 38.
- TRBUHOVIĆ-DJURIĆ, Desanka: *In The Shadow of Albert Einstein: The Tragic Life of Mileva Maric*, 1982 (Primera edición *U senci Alberta Ajnstajna*, Bagdala, Kruševac 1969).
- TROEMEL-PLOETZ, A.S.: "Mileva Einstein-Maric: The Woman Who did Einstein's Mathematics", *Women's Studies International Forum*, Volume 13, Number 5, 1990, pp. 415-432.
- TROEMEL-PLOETZ, A.S.: *Index on Censorship*, Volume 19, Number 9, October, 1990, pp. 33-36.
- WALKER, E. H: "Ms. Einstein", *The Baltimore Sun*, 30 March 1990, p. 11.
- WALKER, E. H: "Did Einstein Espouse his Spouses Ideas?", *Physics Today*, Volume 42, Number 2, 1989, pp. 9, 11.



WALKER, E. H: "Mileva Maric's Relativistic Role", *Physics Today*, Volume 44, Number 2, 1991, pp. 122-124.

WALKER, E. H: "Ms. Einstein", *Annual Meeting Abstracts for 1990*, AAAS (American Association for the Advancement of Science), February 15-20, 1990, p. 141.

WALKER, Evan Harris: *The Collected Papers of Albert Einstein*, Princeton, 1990.

ZACKHEIM, M.: *Einstein's Daughter: The Search for Lieserl*, Riverhead Books, Penguin Putnam, New York, 1999.

## **El embrujo de las matemáticas: María Gaetana Agnesi**

*Angélica Salmerón*

El siglo XVIII es el espacio temporal que en buena medida hace realidad el viejo y añorado sueño de la humanidad: atreverse a pensar por sí misma y desde sí misma; la razón humana aparece en todo su esplendor y luminosidad y se da a la tarea de investigar y recoger los secretos que guarda para ella la realidad toda. No en vano conocemos esta época como Ilustración o Siglo de las Luces. En todos los países de Europa se deja sentir esta efervescencia intelectual que coloca a la razón en posición privilegiada, y se piensa que se ha llegado a la “Edad de la Razón”, es decir, a la mayoría de edad en que por fin serán desterrados los mitos y las supersticiones y cuando finalmente habrán de arrancarse a la realidad todos sus misterios. Al fin –se piensa– se está en condiciones de sentar las bases para un conocimiento firme y seguro. Siglo éste que, entre reformas intelectuales, revoluciones sociales y avances científicos, deja sentir sus influjos en todo el territorio europeo y en todas las conciencias individuales, en un movimiento que busca refugiarse en la luz de lo que se considera patrimonio de toda la humanidad: la razón. Surgen entonces las consignas de igualdad y progreso, que buscarán regir vida, mente, sociedad y Estado. Los influjos de semejante programa apuntan en lo general a una transformación total del universo cultural, no sólo de la propia época sino de las posteriores: el futuro está en marcha.

Y en este siglo de febril optimismo y confianza se consolida, entre otras muchas cosas, la figura de la “mujer de ciencia”; figura que, habiendo hecho su aparición en el siglo anterior, ha logrado en este siglo XVIII delinear correctamente sus rasgos más característicos, presentándonos finalmente su fisonomía completa. Son mujeres que, preocupadas y ocupadas por los acontecimientos de la época, buscan no sólo estar informadas de los sucesos, sino que, más allá de ello, se sienten capaces de intervenir en ellos. Sabemos de la labor intelectual que se llevó a cabo en los “salones”, que, dirigidos por mujeres, lograban reunir a las mentes más brillantes de la época; científicos, artistas, filósofos y demás intelectuales se daban cita en estos espacios para comentar y discutir sus teorías y sus convicciones. Así, en estos salones se fue creando lo que podemos llamar ahora “el espacio propio” en que las mujeres ejercían y orientaban sus inquietudes intelectuales. Famosos y conocidos son en general los salones de la Francia ilustrada, que, aunque más fastuosos y sonoros, no fueron los únicos.

Ahora bien, nuestra intención es hablar de una de estas damas de la ciencia desde una Ilustración que es tal vez menos estridente y conocida: la de la Italia del siglo XVIII, que sin embargo es un espacio especialmente rico en cuanto al florecimiento de mujeres interesadas y ocupadas de cuestiones científicas. La razón principal de que fuese así es que Italia representa en el mapa general de Europa uno de los pocos países –si no el único– que aceptó muy pronto la participación de las mujeres en sus academias y universidades, cosa que, a lo menos en Francia e Inglaterra, no era tarea sencilla. Y aunque esto no significaba en modo alguno un reconocimiento absoluto y definitivo, lo cierto es que propició un mejor espacio para la composición y reconocimiento de la

figura científica de las mujeres. Por otra parte, los antecedentes italianos al respecto se pueden rastrear desde el Medievo (baste recordar a Trótula y a las llamadas Damas de Salerno) y nos permiten ver que Italia ha recorrido en su espectro histórico un ambiente cultural más abierto y tolerante en lo que respecta a la educación y participación de las mujeres en el mundo intelectual. Así, fue en Italia donde en diferentes épocas las mujeres pudieron asistir a la universidad y, como decíamos antes, el siglo XVIII no fue la excepción. A diferencia de otros países europeos, a las italianas se les permite el acceso a una educación más completa y formal, y de ahí que sean varias las mujeres que destacan en la ciencia. Entre ellas sobresalen Laura Bassi, Lucía Galvani y María Gaetana Agnesi, quien, de entre todas ellas, parece haber sido la más famosa.

Sírvanos, pues, María Agnesi como figura emblemática del trabajo científico realizado por mujeres en la Italia de ese siglo. Emblemática en más de un sentido, pero sobre todo porque fue precisamente una de sus obras, *Instituzione Analitiche*, un texto pionero en el campo de la divulgación y enseñanza de las matemáticas. Pero es emblemática también porque según nos vamos acercando a su vida y a su obra, descubrimos que en ellas se entretajan realidad y fantasía o, por mejor decir, que su historia está en buena parte entretajida de leyenda. Y es que todavía hoy, cuando queremos reconstruir el paso de la Agnesi por la historia de las matemáticas, nos sale al encuentro la anécdota y la fábula; los historiadores aún no aciertan a ponerse de acuerdo en los límites que hay entre los hechos reales y lo que a ellos abonó la fantasía. En efecto, entre los distintos estudios hallamos una serie de hechos que unos asumen como históricos, otros los denuncian como meramente artificiosos, y otros más aventuran el considerarlos francamente falsos. Así pues, que entre historia y leyenda trataremos de reconstruir la vida y la obra de María, pero tratando de mantener un equilibrio entre las distintas posiciones, porque mientras no tengamos plena certeza para afirmarlo o negarlo, este punto de partida nos mantendrá en una posición abierta para seguir profundizando en la investigación. Quede pues, al menos de momento, este pequeño acercamiento como lo que realmente pretende ser: un bosquejo que aspira a una mejor reconstrucción epocal e individual de la científica que hoy nos ocupa. Así, nos hacemos cargo desde el principio de que su trabajo matemático necesitará situarse con mayor precisión en el contexto general de la matemática de su tiempo, del que aquí sólo habremos de ofrecer algunos señalamientos generales.

María Gaetana Agnesi, hija de Pietro Agnesi Mariani y de Anna Brivio, nació en Milán el 16 de mayo de 1718 y murió el 9 de enero de 1799. Cuando esto último ocurrió, tenía 81 años y había ocupado veinte de ellos en su carrera matemática. Parece que María, abandonando todo estudio, se dedica a la vida religiosa los últimos 46 años de su larga vida. Y aunque no se sabe bien si lo hizo como monja profesante o como mera benefactora, ofrece vida y hacienda al cuidado de enfermos y menesterosos, cumpliendo así con una vocación que al parecer le surgió desde muy joven y a la que en esa época renunció en aras de otro llamado vocacional: el estudio de las matemáticas. Su vida se movió así entre el amor por el conocimiento y una pasión –tal vez más profunda– por la religiosidad. En este eje de tensión que la caracteriza y en el que María no

parece encontrar un equilibrio, encontramos la figura de su padre. Efectivamente, Pietro será una pieza clave en la construcción de la vida y la obra de su hija. Y es desde la propia figura paterna que la historia de María se empieza a confundir con la leyenda.

Durante un buen tiempo se tuvo por seguro que Pietro Agnesi había sido un renombrado profesor de matemáticas en la Universidad de Bolonia, pero semejante creencia ha sido puesta actualmente en duda, al grado de que en algunos estudios se afirma tajantemente que debe descartarse en definitiva su relación con el mundo académico. Se dice que era sólo un hombre de negocios rico e importante, pero nada más. La ocupación de Pietro, por ende, no parece estar unánimemente establecida.

Lo que sí parece seguro es que supo ver las extraordinarias facultades de su hija y que decidió instruirla lo mejor posible. De hecho, se ha considerado que María era una niña prodigio que a muy corta edad llegó a dominar varias lenguas y a construir discursos impresionantes, entre los cuales sobresale uno cuyo tema era la defensa de la educación superior de la mujer y que, según se dice, pronunció en latín a los nueve años. Estos portentos han dado lugar a otras tantas polémicas, porque mientras que en algunos estudios se califican como verdaderos hechos históricos y asentados de manera firme y determinante, en otros los hallamos matizados por la anécdota y la fantasía. Aunque seguramente hay mucho de verdad en tales afirmaciones, también es cierto que la verdad plena se difumina debido al entusiasmo y el énfasis de los narradores. Entre leyenda e historia, aparece entonces María como una intelectual dotada de capacidades extraordinarias: a los cinco años de edad hablaba francés tan correctamente como si fuera su propia lengua, y a los nueve dominaba el griego, el latín e incluso el hebreo, además de algunas otras lenguas modernas, como el español y el alemán. Políglota desde pequeña, María parece haber recibido el apelativo de “Oráculo de los siete idiomas”.

Sea lo que fuere, lo cierto es que recibió efectivamente una educación esmerada y una formación filosófica y científica. Entre algunos de sus tutores se mencionan a Carlo Belloni, Francesco Manara, Michele Casati y el benedictino Ramiro Rampinelli, con quien estudió matemáticas. Además, en las tertulias que su padre gustaba dar, tuvo trato con otros muchos intelectuales, de entre los que destacan los jesuitas Giovanni Saccheri, geómetra; Vincenzo Ricatti, matemático, y el propio Ramiro Rampinelli. Su padre trató de que todos sus hijos –hombres y mujeres– tuvieran una educación acorde a los tiempos que corrían y quiso formarlos como verdaderos intelectuales ilustrados. Pero, de los veintiún hermanos que fueron, el caso de María es el más notorio, aunque habría que resaltar las dotes musicales de su hermana María Teresa, porque todo parece indicar que en las reuniones mantenidas en el salón de los Agnesi eran ellas las principales protagonistas. Se dice que en estas reuniones se congregaban todo tipo de sabios y eruditos para escuchar las disertaciones de María Gaetana sobre temas matemáticos, filosóficos y científicos, los que además eran discutidos en diferentes lenguas, mientras que en los intermedios María Teresa, que componía música (se dice que escribió dos óperas), interpretaba el arpa. Al respecto, se conserva el texto de un viajero francés, De

Bosses, que describe en un párrafo una de estas sesiones, celebrada el 16 de julio de 1739, que por los detalles que proporciona vale la pena citar en extenso:

En la habitación había unas treinta personas de todos los países de Europa, colocados en círculo, y María Agnesi, sola, con su hermana pequeña, sentada en un sofá. Es una joven de unos veinte años, ni fea ni bonita, con maneras sencillas, dulces y afables [...] El conde Belloni [...] hizo una hermosa arenga en latín a la dama, con la formalidad de una declamación universitaria. Ella contestó con presteza y habilidad en el mismo idioma; luego discutieron, todavía en el mismo idioma, sobre los orígenes de las fuentes y sobre las causas del flujo y reflujo que en algunas de ellas se observa, similar a las mareas del mar. Habló como un ángel sobre este tema; yo nunca lo había oído tratar de una manera que me produjera mayor satisfacción. Luego el conde Belloni quiso que yo discutiera con ella sobre cualquier otro tema elegido por mí, con tal de que estuviera relacionado con la Matemática o la Filosofía Natural [...] y discutimos sobre la propagación de la luz y los colores del prisma. Hablé sobre la filosofía de Newton, y es maravilloso ver a una persona de su edad conversando sobre temas tan abstractos. Pero todavía estoy más asombrado de sus conocimientos, y quizás más sorprendido de oírla hablar en latín con tanto rigor, naturalidad y precisión. Loppin conversó luego con ella sobre los cuerpos transparentes y sobre las curvas geométricas, tema, este último, del que no entendí una palabra [...] Después la conversación se hizo general, hablándole cada uno en su propio idioma, y contestando ella en ese mismo idioma: pues su conocimiento de las lenguas es prodigioso. Luego me dijo que lamentaba que la conversación en esa visita hubiera adoptado la forma de la defensa de una tesis, y que a ella no le agradaba hablar en público sobre esos temas, en los que, por cada persona que se divertía, veinte se aburrían.

Semejante testimonio nos pone en camino de comprender la razón de que la historia de María se confunda a veces con la leyenda, dando a su figura de “dama de ciencia” ese aire enigmático y mítico que tiende a perderse en la bruma del tiempo. Pero estamos en el siglo XVIII, época de las luces en que todo debiera prestarse a la claridad, y sin embargo no hay tal; la historia de estas mujeres, tan largamente oculta y olvidada, ha tenido que recorrer los senderos oscuros del laberíntico anonimato hasta alcanzar una verdadera presencia en nuestra memoria cultural, y hay que reconocer que todavía hoy, en nuestro incipiente siglo XXI, no alcanzamos aclarar del todo nuestra visión cuando nos acercamos a estas figuras femeninas, por lo que efectivamente parecen venirnos de un muy lejano y mítico pasado.

Pese a ello, y aunque fuese sólo por ese testimonio, ya valdría la pena sacar de las sombras de la historia a María, pero aún existen motivos todavía más sólidos para ello, pues su relevancia no quedó relegada al espacio de los salones en que su padre presumía a su prodigiosa hija, sino que ésta supo trascender esos espacios y con su obra alcanzó presencia y resonancia en Italia y en buena parte del continente europeo.

La magia de los números dará a María un sentido existencial y un modo de estar y permanecer en el mundo, aunque en principio no fuera precisamente ese el lugar que ella aspirara. Se sabe que a los 21 años quiso dedicarse a la vida religiosa y entrar en un convento, pero el padre se opuso y ella obedeció. Fue a raíz de este acontecimiento que María decide consagrarse definitivamente al estudio de las matemáticas. Nos queda muy claro que, aunque esto fue a instancias de su padre, en algún momento María quedó prácticamente hechizada por el álgebra y la geometría. Embrujada por las matemáticas –decimos– porque muy pocos pueden dedicarse durante tantos años a una labor con tal esmero y dedicación como lo hizo ella. Se cuenta que su obra principal fue costeadada y realizada por ella misma, que la imprenta estaba en la mansión Agnesi y que María dirigió los trabajos. Así que María no sólo fue el artífice intelectual de su obra, fue también quien la convirtió materialmente en una realidad. Cosas de esta índole no pueden explicarse sin que medie una verdadera pasión por la propia tarea, y en este sentido no puede cabernos duda de su incondicional amor por las matemáticas. Por otro lado, sus afirmaciones tampoco dejan lugar a dudas: “El álgebra y la geometría –señala en algún lugar– son las únicas partes del pensamiento donde reina la paz”, lo cual nos hace pensar que la parte de su vida dedicada a la matemática fue también una manera de estar en paz consigo misma y con su trabajo, pues, igual que si hubiese tomado los hábitos, renunció en buena medida al mundo externo retirándose a vivir en su propio mundo interior, construido prácticamente de puras lecturas: de libros matemáticos y religiosos era el mundo espiritual de María. Años después optaría por abandonar definitivamente el mundo intelectual y ocuparse sólo del de la religión y la fe, pero en tanto llegaba ese momento María trabajó arduamente en su mundo de ecuaciones y figuras geométricas. Y este trabajo fructificó en una obra que la hizo famosa en su época y por la cual vale la pena traerla también hoy a la nuestra.

Nuestra matemática escribió varias obras, una de ellas titulada *Propositiones Philosophicae*, que al parecer escribió a los 20 años y que su padre publicó en 1738. Otra fue un comentario al *Traite analytique des sections coniques*, del marqués de L'Hospital, que nunca fue publicado y que se dice escribió a los 17 años. Pero la que le dio un lugar especial en la historia de las matemáticas fue *Institución analitiche ad uso della gioventú italiana*, que en el nombre lleva el sentido cabal por el cual pudo ser tan apreciada y reconocida. En efecto, nuestra matemática había logrado sistematizar de manera lógica y didáctica los diferentes materiales heterogéneos y dispersos de los discursos matemáticos. Un libro de texto en toda la extensión del término. Así que en 1748 aparece en Milán lo que se ha considerado por los especialistas como “el primer libro de texto completo de cálculo, desde el álgebra hasta las ecuaciones diferenciales”, obra pionera en su campo, escrita en italiano por María, cuando tenía 30 años de edad; inicialmente como manual de enseñanza para sus hermanos, se convirtió después en texto universitario para uso de los estudiantes porque era en toda la regla “la síntesis clara y concisa de la nueva matemática”. Margaret Alic reseña así su contenido:

“El primer tomo trataba del análisis de cantidades finitas (álgebra y geometría); el segundo se ocupaba del cálculo diferencial e integral



(análisis de cantidades variables y sus razones de cambio), inventado hacía poco por Leibinz y por Newton, cada uno trabajando en forma independiente. Incluía muchos ejemplos y problemas, métodos originales y generalizaciones”.

Por tales características, la obra fue rápidamente acogida y elogiada aun fuera de Italia. El informe de una comisión de la Academia de Ciencias de París comentaba: “Esta obra se caracteriza por una cuidadosa organización, su claridad y su precisión. No existe ningún libro, en ninguna otra lengua, que permita al lector penetrar tan profundamente, o tan rápidamente en los conceptos fundamentales del Análisis. Consideramos este Tratado como la obra más completa y la mejor escrita de su género”. Se sabe que esta comisión –que también decidió la traducción al francés y su publicación– estaba formada por D’Alambert, Condorcet y Vandermonde. La Academia Francesa estaba tan impresionada por el trabajo que delegó en el secretario de su comité la tarea de escribirle una carta de reconocimiento:

Permítame, señorita, sumar mi homenaje personal a los aplausos de la Academia entera [...] No conozco ningún trabajo de este tipo que sea más claro, más metódico o más completo que sus Instituciones analíticas. No hay ninguno en ningún idioma que pueda guiar de manera más segura, conducir con mayor rapidez y llevar más adelante a quienes desean avanzar en las ciencias matemáticas. Admiro en particular el arte con el que reúne usted bajo métodos uniformes las distintas conclusiones dispersas en las obras de los geómetras, y a las que han llegado por métodos enteramente diferentes.

La obra, pues, empezó a ser traducida a varios idiomas y a ser utilizada en las universidades de distintos países como manual de estudio. Se dice que incluso cincuenta años después de su publicación seguía siendo el texto de matemáticas más completo. Se cuenta también que a partir de la publicación de las Instituciones analíticas María Agnesi fue elegida miembro de la Academia de Ciencias de Bolonia, y que en 1750 el Papa Benedicto XIV la nombró catedrática de matemáticas superiores y filosofía natural de la Universidad de Bolonia. Sin embargo, aquí también encontramos ciertas disparidades entre los entendidos. Parece que, en efecto, el Papa escribió a María: “En tiempos pasados Bolonia ha tenido en puestos públicos a personas de vuestro sexo. Nos parece adecuado continuar con esa honorable tradición. Hemos decidido que se le adjudique la bien conocida cátedra de matemáticas”. Para algunos, dicho nombramiento fue meramente honorífico, y en este sentido María nunca ejerció tal cátedra, aunque es cierto que su nombre permaneció en el registro de la universidad boloñesa durante cuarenta y cinco años. Si ejerció o no la cátedra es intrascendente; el hecho es que su obra era un verdadero manual para el uso de estudiantes, por lo que podemos aceptar que su destreza en tal disciplina fue ampliamente reconocida y puesta de manifiesto en su época. El texto matemático de María ha llegado también a nosotros, y por más que muchas de sus consecuencias permanezcan aún en la ambigüedad, es posible hacernos cargo de su impacto y relevancia. Y si bien es cierto –como algunas estudiosas han señalado– que su reputación histórica fue distorsionada en muchos sentidos, es igualmente cierto que, pese a ello –o

quizá precisamente por ello—, María Agnesi y sus Instituciones están y permanecen, con todo derecho, situadas en el horizonte de la historia de las matemáticas. Nos cabe hoy la tarea de seguir estas investigaciones para proporcionarle el exacto lugar que le corresponde.

Una de estas distorsiones —según se nos dice— surge precisamente del símbolo con que ha pasado a la historia María: “la bruja de Agnesi”, nombre que proviene de una inexacta traducción al inglés. Ciertamente, la traducción inglesa hecha por John Colton terminó por poner al trabajo de María su impronta indeleble. Se cuenta que este profesor de Cambridge, ocupante de la Cátedra Lucasiana de Matemáticas (misma que en un tiempo fue ocupada por el mismísimo Newton), quedó tan impresionado por el trabajo de Agnesi que se dio a la tarea de aprender el italiano para poder traducirla y beneficiar con ello a los estudiantes ingleses, pero cometió un error: confundió la palabra *vesiera* (curva) por *aversiera* (bruja o hechicera), y escribió *witch* en lugar de *curve* en su traducción. Dos cuestiones se alegan aquí: la primera, que María no descubrió la curva que lleva su nombre, y la segunda, que es injusto recordarla sólo por ese sólo ejemplo dado que su tratado despliega muchas más y más importantes cuestiones que esa. Así que recordar a María sólo por esa curva, y encima con el mote de “bruja”, no hace sino distorsionar y devaluar su trabajo.

Pero en esta distorsión, pensamos, también existe un valor y una ventaja si nos proponemos una reinterpretación, y empezamos por creer que María, la hechizada por las matemáticas, logra con sus números y sus curvas hechizar a su vez a otros, pues toda una época y varios países europeos sucumbieron a su embrujo matemático, reconocieron el poder de su hechizo y aceptaron con ello que tanta gloria merece quien aporta nuevos derroteros a la ciencia como quienes tienen la capacidad de hacerlos accesibles a todos. Principio fundamental de la Ilustración fue extender y propagar el conocimiento en todos los ámbitos y a todas las personas, y lo cierto es que María Agnesi cumplió con enorme éxito semejante requisito. Intelectual ilustrada, buscó ilustrar a otros; divulgadora de Leibniz y de Newton en el campo de la matemática, nuestra científica nos enseña que, efectivamente, no basta ni sirve del todo un conocimiento que, por la índole de sus propios principios y lenguaje, es inaccesible a la mayoría. Así pues, no parece haber duda alguna de que María Agnesi no sólo sucumbió ella misma al embrujo de las matemáticas, sino que a su vez embrujó con ellas el ambiente europeo de su siglo justo porque supo hacerlas accesibles a la mayoría. Este es el mérito fundamental de su obra: el de ser un texto pionero en la divulgación de las matemáticas, y además nos muestra ahora, en nuestro siglo, en su originario sentido, lo que la historia de la ciencia debe también a sus divulgadores, pues son ellos quienes verdaderamente hacen atractivo lo que en principio parece ser incomprensible al lego, tal vez porque los divulgadores, embrujados primero ellos por la ciencia, son luego los únicos capaces de embrujarnos a todos con ella.

### **Para el lector interesado:**

Alic, M. (1991). El legado de Hipatia. Historia de las mujeres en la ciencia desde la Antigüedad hasta fines del siglo XIX. México: Siglo XXI.



Figueiras O., L., Molero A., M., Salvador A., A. y Zuasti S., N. (2006). El juego de Ada: matemáticas en las matemáticas. Granada: Proyecto Sur de Ediciones.

Extraído de: SALMERÓN, María Angélica. "El embrujo de las matemáticas: María Gaetana Agnesi". En *Revista de Divulgación Científica y Tecnológica de la Universidad Veracruzana*. Recuperado el 26 de octubre de 2011, de <http://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol19num3/articulos/distintasydistantes/index.htm>

## **Cuento: Entre Magda y Mileva**

**Rosario Nomdedeu Moreno**

### **Introducción**

El presente artículo fue concebido como un homenaje a Gonzalo Sánchez Vázquez mucho antes de que se me hiciera el encargo, pues cuando se me planteó redactar un pequeño cuento para presentarlo en el ICME VIII, como material adecuado al tratamiento de la diversidad en el aula, bajo el punto de vista del género, no pude evitar asociar la necesidad de resolver la dificultad de visualización espacial en el aula con el poético amor que Gonzalo sentía por la geometría. Esta es mi humilde contribución al homenaje que la Sociedad Isaac Newton ofrece a este hombre especial.

Quitó el tapón de la bañera en donde acababa de dar el baño diario a su pequeña y regordeta hijita Magda. El agua comenzó a girar y girar formando un precioso remolino en el que las burbujas de jabón bailaban una danza de arco iris. Súbitamente recordó una de las imágenes de aquel almanaque que le había regalado su queridísima amiga Mileva. Mileva era astrónoma (que no astróloga como dicen por ahí), y le había regalado un precioso almanaque con fotos de objetos del cielo de bonitos colores y nombres exóticos (galaxias, nebulosas, constelaciones, etc.). La imagen recordada de la Galaxia del Remolino parecía superponerse al remolino que el agua, perfumada y jabonosa, describía, en su huída por el desagüe, hacia un mundo que le debía resultar enormemente atractivo, a juzgar por la prisa con que se colaba por aquel oscuro agujero. Sonaba como un beso infinito que daba al agua ese mundo desconocido y excitante al otro lado de la apacible vida de aquella casa.

Magda salió de la bañera con mucho apetito, la envolvió en su mullido albornoz y le preparó un confortable vaso de cacao con leche. Entonces comenzaron nuevamente en su imaginación los fundidos de imágenes del almanaque sobre las vivas percepciones que sus sentidos le enviaban. El olor a cacao le llegaba viajando sobre la columnita humeante que salía del vaso en forma de nebulosa y el olor resultaba vivificante. ¿Qué sería lo que en la Nebulosa de Orión daba vida a las estrellas según explicaba el bonito almanaque de Mileva?. Cuando acercó el vaso a los suaves labios de Magda, la superficie del cacao fué adoptando las mismas formas que los planetas, satélites y cometas del almanaque adoptaban en su viaje alrededor del Sol. Magda tragó literalmente



la leche hecha golosina hasta que Mikel decidió removerle el último sorbo. ¡Otra vez los remolinos! ¡Y esta vez se fundían dos remolinos lácteos.!

La niña agotó hasta el último resto de cacao y fué vencida por el sueño. Mikel, hizo un esfuerzo para salir del ensimismamiento en que le tenía sumido el descubrimiento de las múltiples coincidencias entre el Cosmos, mostrado en el almanaque, y el minicosmos privado, que Sara y él habían creado para recibir a Magda, en su comfortable casa, construida sobre una colina, la peña más golosa del lugar, según cuenta la leyenda. Antes de acostar a la niña en la cunita, procedieron a ponerle el pijama. Al retirarle el albornoz comenzó nuevamente el baile de superposición de imágenes. Las redondeces, las curvas del cuerpo de la niña les parecían talladas según los modelos que tanto gustaban a Mileva. Tenía las estanterías del saloncito delicadamente decoradas con variedad de esas formas. Había un elipsoide como un gran kiwi, un paraboloides de revolución como una vieja y redondeada colina, un hiperboloides articulado que podía convertirse en cilindro y en cono. Un cono enrollado igualito igualito que una preciosa caracola, como los rizos de Magda. Pero el más fascinante de todos era el paraboloides hiperbólico, como un pañuelo femenino dejadas caer dos de sus puntas opuestas en un delicado descuido, o como la sillita de su caballito de cartón, amigo inseparable de la infancia en las largas tardes de invierno.

Magda dormía plácidamente. Mikel la mecía balanceando la cunita al compás de una nana que repetía sus estrofas rítmicamente como las vueltas de la luna alrededor de la tierra, con la misma persistencia que lo hacían los dibujos de la cenefa, que adornaba el embozo de la sábana, de igual manera que se repetía el motivo, que Sara tejía frente a él, sentada en el histórico sillón familiar, un tapete como un remolino de rosas que se rodean y alejan lenta y continuamente a medida que la labor va creciendo, aunque no tan lentamente como lo hacen las caracolas. Claro que el tapete es muy plano, más plano que las caracolas o el remolino de la bañera y seguro que más plano que las galaxias del almanaque. Tiene a lo sumo el grosor de una tortilla, la tortilla que habían decidido preparar para la cena.

Al hilo de este pensamiento se le ocurrió preguntarse ¿Qué pasaría al dar la vuelta a la tortilla en el aire si fuésemos seres planos, en un mundo plano de utensilios igualmente planos? ¡Oh, desaparecería de mi vista y al momento volvería a aparecer!. La misteriosa desaparición de la tortilla sería noticia en todos los medios de comunicación. Mi casa sería invadida por legiones de «estudiosos» de los fenómenos paranormales. ¡Con lo fácil que resulta para mí la explicación desde mi posición privilegiada en la tercera dimensión!. ¡Horror!, si existen seres en la cuarta dimensión, espero que sean bondadosos. En



caso contrario podrían gastarme bromas tan pesadas como llevarse a Magda de su cunita delante de mis propias narices y a pesar de las cuatro vueltas de llave en la puerta blindada.

Mikel no quiso seguir pensando ni siquiera en la más remota posibilidad de tal evento. Mientras Sara terminaba con la tortilla, él comenzó a batir la masa de un bizcocho en la moderna batidora que compraron recientemente. ¡Otra vez los remolinos!

¡Y el hiperboloide dando forma a la masa en su huida hacia abajo, como el agua al ser engullida por el negro agujero del desagüe! ¿Que extraño comentario de Mileva pugnaba ahora por emerger en su mente? ¿Por qué adoraba Mileva aquellos modelos del estante del saloncito? ¿Qué relación oculta podía haber entre la pasión de Mileva por la Astronomía y aquellas formas? ¿Acaso...?

¡Claro!. ¡Ahora recordaba!. Mientras el bizcocho crecía y se doraba en el horno, Sara y Mikel evocaron la divertida tarde en que Mileva les habló del Mundo Plano y del misterioso agujero que tanto intrigaba a sus habitantes, a quienes Mileva llamaba planícolas. Les dijo que la actual población descendía de una antiquísima civilización que vivió miles de años atrás, según mostraban los restos hallados en un yacimiento arqueológico, próximo al agujero del mundo. Las gentes de Planilandia habían evolucionado mucho desde los tiempos primitivos en que los poderes, sociales, políticos y económicos, estaban muy vinculados a la raza, al sexo, a la familia de origen, etc. todo lo cual se reflejaba en la forma anatómica de aquellas criaturas completamente planas: Unas tenían forma poligonal y carácter áspero, otras eran tiernas y su cuerpo adoptaba formas curvilíneas, ninguna de ellas podía tener un tubo digestivo como el nuestro, comunicado con el exterior por ambos extremos, pues se hubieran partido irremediablemente en dos. Pero todas, en la actualidad, participaban de las responsabilidades, beneficios y decisiones importantes que se tomaban en Planilandia -dijo Mileva transmitiéndoles su satisfacción con el brillo de su mirada-.

Cierto día -continuó diciendo Mileva aquella tarde- la venerable y octogenaria estrella de la familia  $E(5,2)$  propuso organizar una expedición a las inmediaciones del agujero del mundo para investigar el misterio que lo envolvía. Según la mitología de la antigua Planilandia, en las proximidades del agujero del mundo ocurrían fenómenos increíbles para los sentidos de cualquier planícola. Reunió a las personalidades científicas más relevantes. Allí estaban representadas las familias más diversas:  $E(5,2)$ ,  $E(7,3)$ ,  $C(5,2)$ ,.... Les expuso su proyecto, fueron elegidas 20 personas entre las más preparadas y en cuanto todo estuvo dispuesto, salió la expedición rumbo al agujero del mundo.



Tras varias jornadas de viaje, llegaron a las proximidades del misterioso agujero, todavía dentro de la zona de seguridad, muy cerca del yacimiento arqueológico que les daba cuenta de su triste pasado. Decidieron montar allí el campamento base, en el que descansarían aquella noche para comenzar los trabajos al día siguiente.

Al amanecer del día siguiente, la expedición se dividió en dos grupos. Su intención era calcular exactamente la distancia al centro del agujero del mundo para facilitar datos a las fases posteriores del proyecto de exploración. La estrategia que habían elaborado consistía en emplazar a los dos grupos en posiciones diametralmente opuestas dentro de la zona de seguridad. Uno de ellos enviaría un rayo láser dirigido hacia el centro del agujero. El otro grupo instalaría un espejo destinado a reflejar el rayo procedente del otro lado. Una vez detectado el rayo, de vuelta a su origen, bastaría observar el tiempo invertido, dividido por 4 y multiplicado por la velocidad de la luz, daría exactamente la distancia objetivo de la primera expedición.

El proyecto parecía sencillo y claro. Pero jamás pudieron concluirlo pues tantas veces como lo intentaron fracasó. El espejo del 2º grupo jamás recibió luz alguna. El agujero se les presentó permanentemente sumido en la más completa oscuridad. Invariablemente, al llegar a cierta distancia del centro, la luz era engullida, dejando tras ella el misterio de su destino... Seguro que Mileva imaginó cómo cualquier rayo de luz, que se acercara demasiado, correría la misma suerte, arremolinándose en torno a aquel embudo hiperbólico semejante al desagüe de la bañera, al torbellino de la masa de bizcocho, al tornado que ya casi salía de su cabeza sorbiéndole las ideas con tanto ir y venir del caos del Cosmos al orden doméstico de sus vidas.

Rosario Nomdedeu Moreno. Castellón. primavera 1996

## **Desarrollo de la actividad**

Curso 3º de BUP, curso 1997-98, centro I.B.Almassora (Castellón), final del primer trimestre. Durante la primera mitad hemos trabajado los números irracionales (en particular  $\Phi$ ) y los complejos y la trigonometría a través del pentágono.

### **Inmersión**

1.Lectura individual del cuento.

2.Un brainstorming sobre las dificultades de comprensión, curiosidades, deseos, dudas y otras emociones que suscita la lectura del cuento, inicia la inmersión en el marco de trabajo.

3. Algunas de las actividades que surgieron dieron lugar al desarrollo de las siguientes fichas por parte de las alumnas y alumnos que se mencionan en cada caso:

**A) Estudio de las formas sugeridas por el cuento:** Por David Serrano, Dabic Sanja

$$\left. \begin{aligned} x &= \cos \theta \\ y &= \text{sen } \theta \\ z &= \theta / 10 \end{aligned} \right\} \text{Cord3n Telef3nico.}$$

$$\left. \begin{aligned} x &= \theta \cos \theta \\ y &= \theta \text{sen } \theta \\ z &= \theta \end{aligned} \right\} \text{Cuerda Peonza}$$

Foto frontal del cord3n  $1=x^2+y^2$   
ya que

$$\left. \begin{aligned} x &= \cos \theta \quad x^2 = \cos^2 \theta \\ y &= \text{sen } \theta \quad y^2 = \text{sen}^2 \theta \end{aligned} \right\} \xrightarrow{+} x^2 + y^2 = 1$$

$\rho=1$  en polares

Foto frontal de la peonza  $\rho=k\theta$   
(Una recta en cartesianas)  
La tabla, para valores enteros de  $\theta$  descubre una progresi3n aritm3tica, una relaci3n de proporcionalidad directa

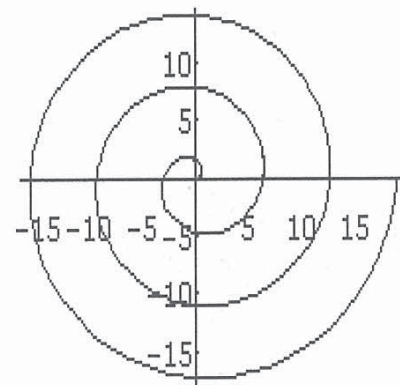
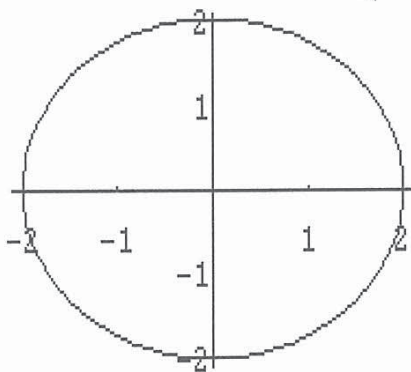
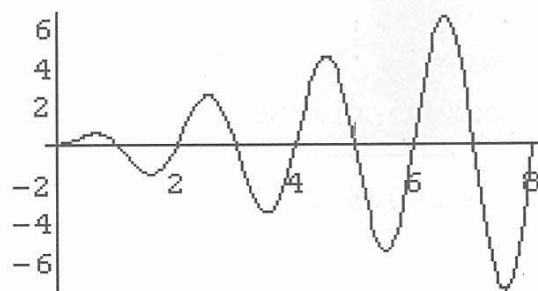
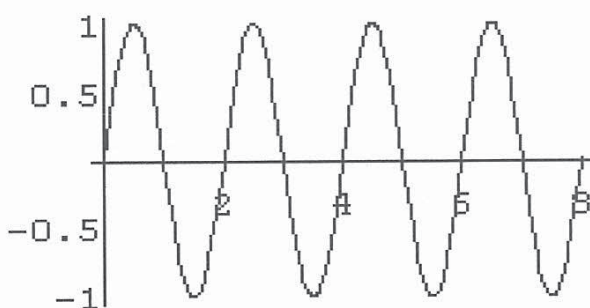
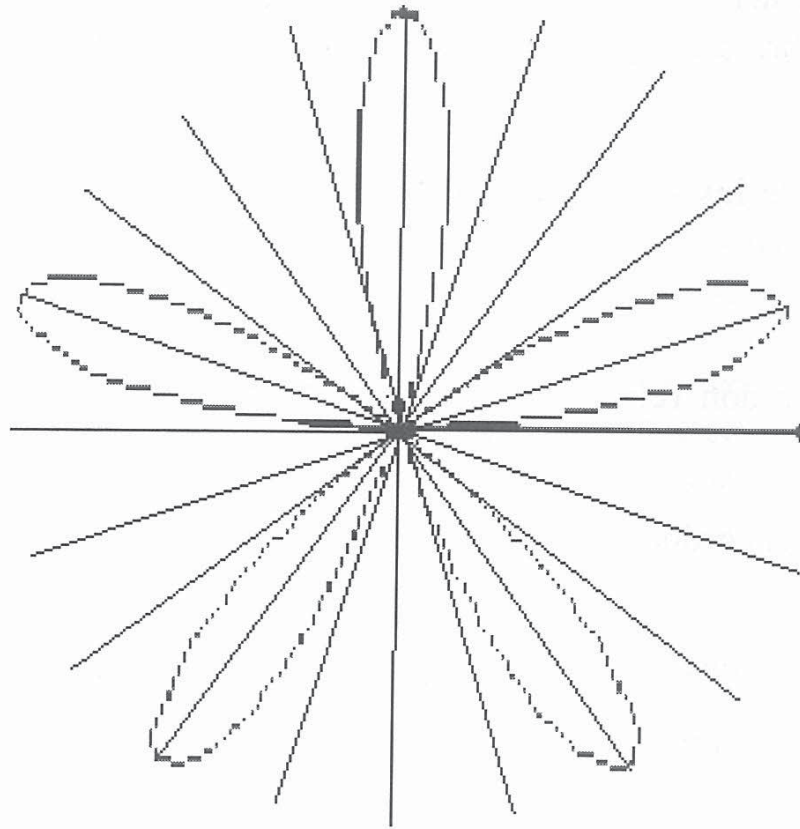


Foto de perfil del cord3n en cartesianas  
y curva que se obtiene al seccionar  
mediante un plano obl3cuo un papel  
enrollado a un cilindro  $y=\text{sen}5x$

Foto de perfil de la peonza  $y=x\text{sen}5x$







Petunia  $C(5,2)$ :  $\rho = \text{SEN}(5\theta)$  representación polar

Flor fractal pentámera obtenida al resolver la ecuación  $z^5+1=0$  por el método de iteración de Newton

Estrella  $E(5,2)$  determinada por los afijos de la ecuación

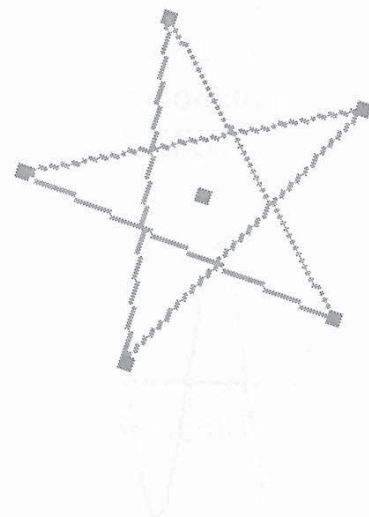
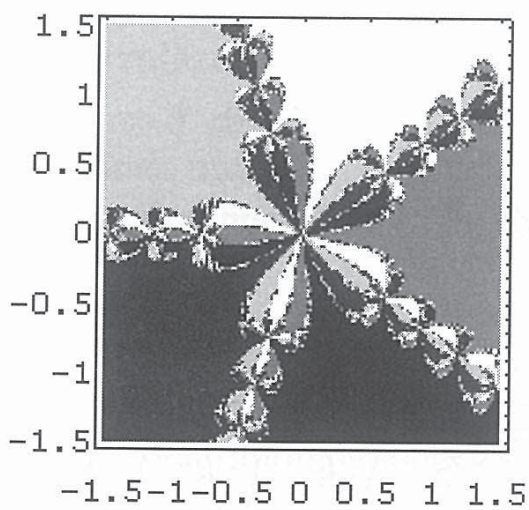
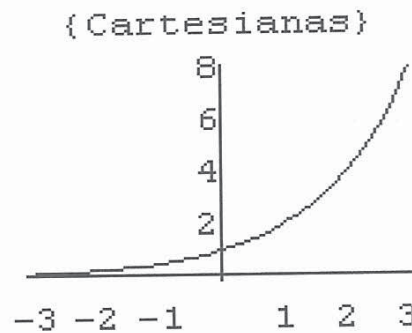
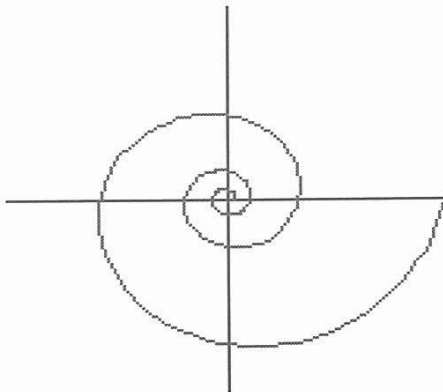


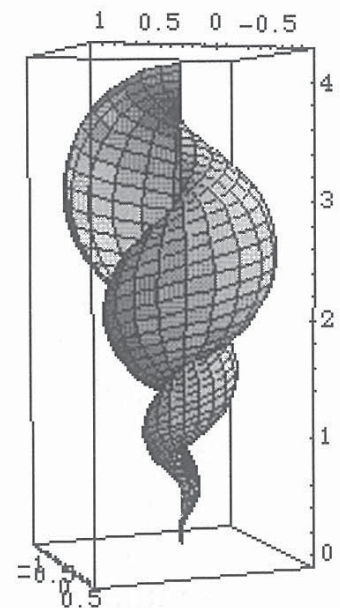
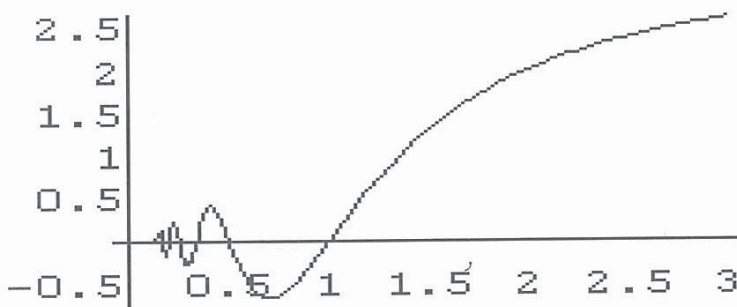
Foto dorsal de la caracola:  $\rho = k\theta$

{Polares}



La tabla de valores, para valores enteros de  $\theta$  desvela una progresión geométrica, cuya razón, en el caso del Nautilus es el número de oro.

Foto de perfil de la caracola:  $y = x \text{sen}(\pi/x)$  para  $x > 0$



Diversos programas informáticos han permitido el trabajo ágil con estas curvas<sup>1</sup>. Con la ayuda de Derive se facilita la comparación de las formas de una curva en función de los cambios de escala con ecuación fija y de los cambios de su ecuación con la escala fija.

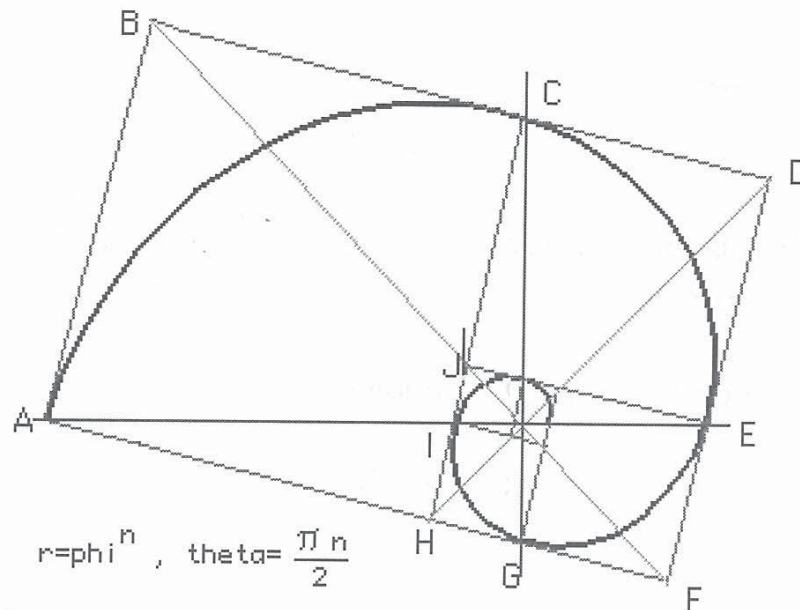
<sup>1</sup> Mathematica, Derive, Fractint, Cabri



Este es el método seguido para llegar a la última ecuación por transformaciones de la función elemental seno.

Otras curvas trabajadas desde aquí fueron las cónicas, que merecerían un artículo aparte.

**B)Crecimiento autosemejante:** Por Paco García, David Fernández, Humberto Soler y José Roberto de los Rosales..

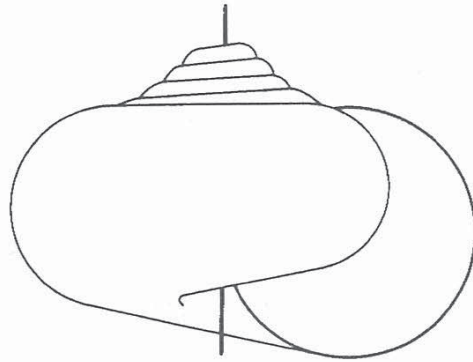


El estudio de figuras áureas como el triángulo de oro, el pentágono regular, el rectángulo de oro, el icosaedro el pentagonododecaedro, y la espiral áurea, condujo a Kepler a elaborar la conjetura siguiente:

“Creo que de esta proporción geométrica,  $\Phi$ , se sirvió el creador como la idea por medio de la que introdujo la generación continua de objetos semejantes a partir de objetos semejantes”.

La similitud continua es la propiedad más fundamental e intrínseca de la espiral equiangular, única curva plana que la cumple, en virtud de la cual está asociada con el crecimiento orgánico en estructuras como el cuerno y la caracola. La geometría de la caracola puede interpretarse como el arrollamiento de un cono, figura tridimensional que también tiene la propiedad del crecimiento con autosemejanza, y cuya proyección lateral es una espiral<sup>2</sup> equiangular, obviamente.

<sup>2</sup> Donley, H.E. (1997). Sitio Web: <http://www.ma.iup.edu/projects/CalcDEMma/SeaShellCode.html>



Pensando sobre las distintas formas geométricas de los cuerpos tridimensionales que podrían funcionar como caparazones nos hemos preguntado ¿cuál de ellas puede ser el exoesqueleto de un animal que no realiza mudas? ¿por qué? ¿qué animales utilizan ese modelo de exoesqueleto?

Teniendo en cuenta que

$$\begin{aligned} & \text{objeto1} + \text{gnomón} \sim \text{objeto2} \\ & \text{gnomón1} \sim \text{gnomón2} \\ & \text{mínimo caparazón posible para cada individuo} \end{aligned}$$

Hemos obtenido:

En aritmética: números triangulares, cuadrados,... piramidales,...

En Planilandia: triángulo de oro (espiral), rectángulo áureo (espiral)

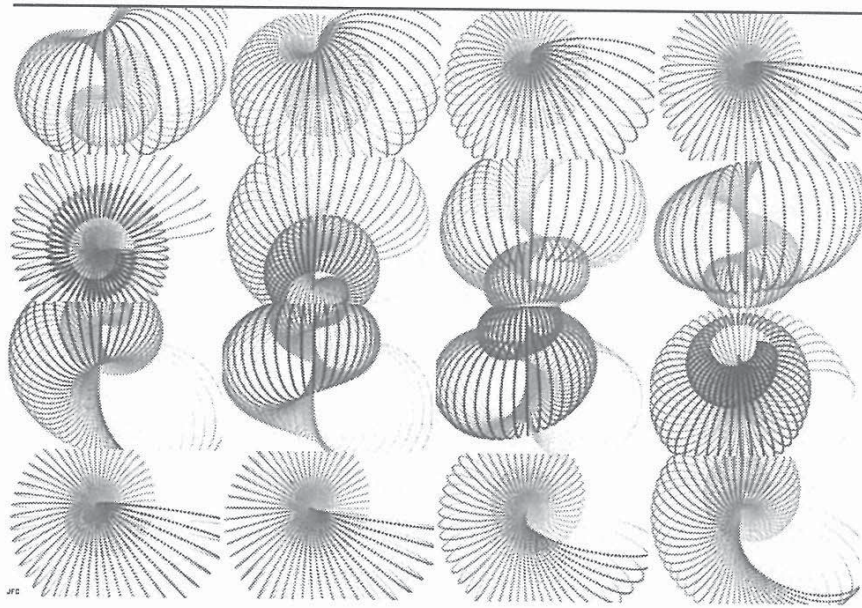
En el espacio tridimensional:

Entre las superficies de género 0, homotópicas<sup>3</sup> a una esfera, sólo es válido el cono, para albergar un ser vivo que crece sin desprenderse de su caparazón. Ni poliedros<sup>4</sup> regulares, ni uniformes, ni duales, ni truncados, ni prismas, ni envases comunes (botes sin una tapa, botellas, cuencos...). podrían valer las pirámides regulares sin base, pero las aristas no son frecuentes en la naturaleza, pues su economía la lleva a consumir un mínimo en materiales para una misma función, albergar al animal en este caso, el líquido en el caso de una gota, etc.

<sup>3</sup> Se dio una idea intuitiva: “puede convertirse una en otra sólo mediante deformaciones continuas, sin cortar ni pegar”

<sup>4</sup> <http://www.teleport.com/~tpgettys/poly.shtml>





Entre las de género 1, homotópicas a una esfera con un asa (toros), no es válida ninguna: donuts, anillos, pulseras (trenzadas<sup>5</sup>, o lisas)), tazas, colgantes,...

Entre las de género 2, homotópicas a una esfera con dos asas, tampoco es válida ninguna: botones de dos agujeros, pantalones, montura de gafas, etc.

Entre las de género 4, homotópicas a una esfera con 4 asas, tampoco, botones comunes con 4 agujeros

De todas estas formas, sólo el cono resuelve el problema del caparazón para las caracolas y otros moluscos, que pueden simularse<sup>6</sup> por ordenador, gracias a este modelo matemático. Podemos imaginar un punto  $(r,p)$  en el plano, que sufre una rotación dilatativa  $(r,p) \longrightarrow (\mu^t r, p + at)$ <sup>7</sup> al tiempo que se desplaza a lo largo de un eje perpendicular a dicho plano y que la figura así obtenida (como un hilo arrollado a un cono) sufre una torsión, un arrollamiento del cono como puede apreciarse en la figura adjunta, que nos ofrece las distintas vistas en una rotación de eje trasversal.

<sup>5</sup> <http://csr.uvic.ca/~e4k/glossary/knots.htm>

<sup>6</sup> <http://blanche.polytechnique.fr/lactamme/Mosaic/images/ESCA.12.16.D/display.html>

<sup>7</sup> Observar que los radios crecen en progresión geométrica de razón  $\mu$  y primer término  $r$ , mientras los ángulos lo hacen en progresión aritmética de razón  $a$  y primer término  $p$ .



### C) Crecimiento biológico

El crecimiento del caparazón es proporcional al caparazón presente como el crecimiento de una población lo es a la población actual. Esta proporcionalidad ha sido tomada como punto de partida en unos grupos de trabajo y como punto de llegada en otros:

1. Anna Ballester, Mireia Ballester, Jessica Calleja y Tamara Manzaneda

Recordando un trabajo realizado en 2º que relacionaba el crecimiento de una población de bacterias, la capitalización a interés compuesto y la desintegración radiactiva a través de las progresiones geométricas, llegamos a la forma exponencial por paso al límite cuando el periodo de tiempo se reduce a un instante.  $P = P_0 e^{kt}$

Derivando ambos miembros obtenemos la velocidad instantánea de crecimiento:  $P' = k P_0 e^{kt} = kP$  de donde se deduce la proporcionalidad de la  $v$  de crecimiento y el tamaño de la población.

Ejemplos: bosque, peces, población (malthus), radiactividad,...

También sirve esta fórmula para modelizar el crecimiento de la concha en una almeja, un caracol o una caracola.

2. Eva Domínguez Masó, Javier Martínez

Tasa de crecimiento proporcional a la población actual:  $P(x+h) - P(x)/h = kP_0$ , Luego  $P'(x) = kP$  de donde  $k = D(\ln P)$ . Luego  $kt$  será  $\ln P$  y de ello se desprende que  $P = e^{kt}$ . Resultado que coincide con el conseguido en A) siguiendo el proceso inverso,

### D) Transformaciones geométricas: Por Manuel linares y Mrkonjic Bozic Sinisa

Como se ve en el apartado A), con la ayuda de los cambios de escala en el programa Derive, es posible llevar a la comprensión del efecto de compresión/dilatación (horizontal o vertical) que producen los coeficientes de las variables en una función sinusoidal, lo cual unido al efecto de desplazamiento (horizontal o vertical) aplicado al trinomio de segundo grado o a una circunferencia, al efecto de los giros centrados en el origen aplicados a la hipérbola equilátera y a los efectos de reflexión respecto a los ejes cartesianos y sus bisectrices aplicados a la exponencial, nos ha permitido llegar al pleno significado de las ecuaciones y sus gráficas<sup>8</sup>. También nos ha facilitado la comprensión de los Sistemas de Funciones Iteradas para la construcción de fractales<sup>9</sup> como:

<sup>8</sup> Visionado del video de la O.U. Ecuaciones de curvas en paramétricas, Actividad con los cartones desechables del rollo del papel higiénico, Derive

<sup>9</sup> Fractint, <http://web.jet.es/josuna>



$$W \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.2 & 0.4 \\ -0.5 & 0.1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 2 \\ 5 \end{pmatrix}$$

La expresión matricial de estas transformaciones nos ha permitido simplificar el manejo de las transformaciones geométricas en el plano, sobre todo en el caso de los giros.

### Contracciones y dilataciones

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a & 0 \\ 0 & b \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

Recordar la actividad desarrollada con Derive y otra con el cartón del rollo de papel higiénico.

Desplazamientos:  $(x', y') \rightarrow (a, b) + (x, y)$ . Recordar el trinomio de segundo grado en cursos elementales y el desplazamiento de la circunferencia  $x^2 + y^2 = 1$  a  $(x-a)^2 + (y-b)^2 = 1$

### Giros:

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha \\ \sin \alpha & \cos \alpha \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

Transformar  $y=1/x$  en  $y^2/2 - x^2/2 = 1$ , mediante un giro de  $45^\circ$  centrado en el origen. Comprobar que girando una recta  $90^\circ$  obtenemos su perpendicular.

Comprobar que  $y=x^2$  se transforma en  $x=y^2$  mediante un giro de  $-90^\circ$ .

### Simetrías:

De eje OX

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

De eje OY

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$



De origen

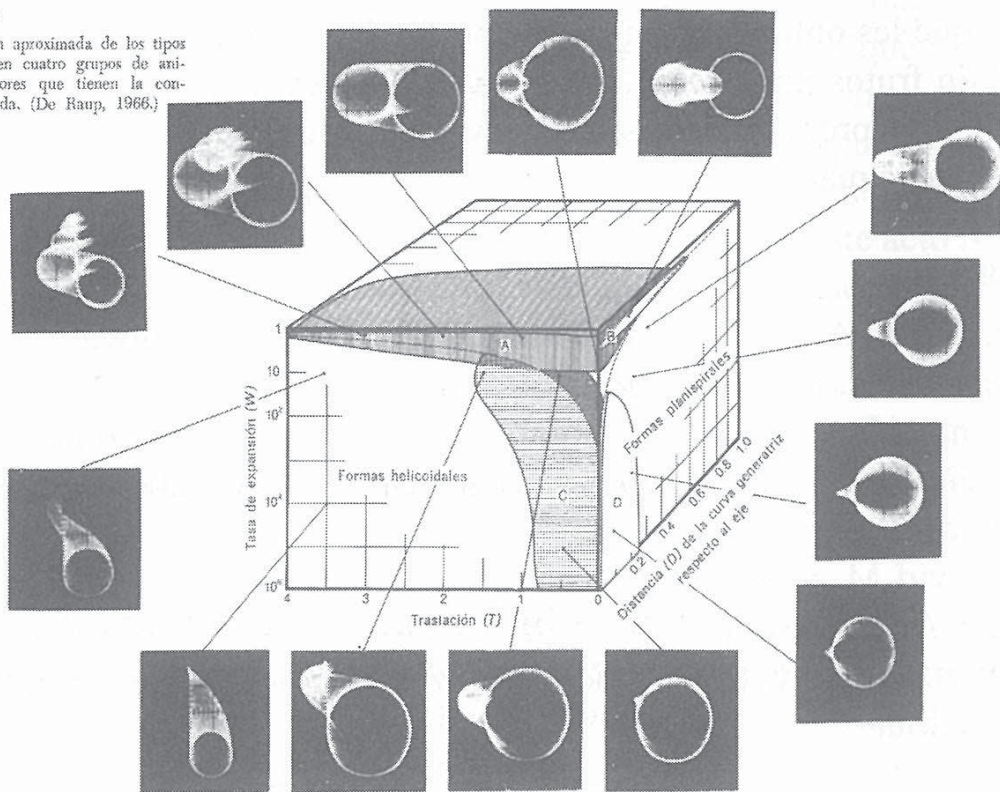
De bisectriz  $y=x$

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

Todas estas transformaciones también están presentes la clasificación de las conchas y caracolas, como puede apreciarse en la siguiente imagen<sup>10</sup>. En cada una de ellas puede apreciarse la presencia de una rotación dilatativa (ver final de la ficha B), con diferentes valores en sus parámetros.

FIGURA 8-7

Distribución aproximada de los tipos de forma en cuatro grupos de animales mayores que tienen la concha enrollada. (De Raup, 1966.)



### Conclusiones

Con estas actividades hemos atravesado contenidos conceptuales como correspondencia, función, ecuación, solución, gráfica, transformación geométrica, transformación topológica, progresiones aritméticas y geométricas, función constante, lineal, seno, exponencial, somera introducción a las ecuaciones diferenciales; procedimentales como la visualización espacial de traslaciones, rotaciones, reflexiones y desplazamientos rectilíneos, representación de gráficas en

<sup>10</sup> Raup, David M. y Stanley Steven M. (1978) *Principios de Paleontología*. Ed. Ariel. Mexico

cartesianas y polares, clasificación figuras planas y tridimensionales, y actitudinales como el aprecio por la belleza intrínseca en los objetos y procesos geométricos.

La evaluación del trabajo realizado por el alumnado encierra sus mayores dificultades en la dificultad de aceptación, por parte sobre todo de algunos alumnos "brillantes" (competitivos), de fuentes de información distintas al tradicional examen escrito acerca de cuestiones mecánicas de cálculo. Parece ser que esto ocurre así porque o bien las diferencias que les hacen "brillar" se minimizan, o a veces, pierden brillo porque se aferran al estilo de trabajo en la línea tradicional, que tan bien les ha funcionado, mermando su interés por un método que les obliga a trabajar más profundamente, con más esfuerzo intelectual sin frutos inmediatos en sus calificaciones. Por supuesto se trata del típico alumno preocupado casi exclusivamente por la nota, no tanto por comprensión de la materia.

### Bibliografía

- Abbott, Edwin A. (1993). *Planilandia*. Ed. Laertes. Barcelona.
- Coxeter, H.S.M. (1971). *Fundamentos de Geometría*. Ed. Limusa. Mexico.
- De Vicente Abad, P. (1995). *Anuario del Observatorio Astronómico 1996*. "Viaje a un Agujero Negro". Ed. Instituto Geográfico Nacional. Madrid.
- Raup, David M. y Stanley Steven M. (1978) *Principios de Paleontología*. Ed. Ariel. Mexico
- Thompson, D' Arcy. (1980). *Sobre el crecimiento y la forma*. Ed. Blume. Madrid.

Rosario Nomdedeu Moreno (Castellón, 1948). Licenciada en Matemáticas. Catedrática de Bachillerato. Profesora universitaria durante ocho años. Miembro del grupo COM con el que fundó la Societat Castellanea de Matemàtiques, de la que fue presidenta desde 1983 a 1992. Fue la primera asesora de matemáticas del Centro de Profesores de Castellón. También fue la primera directora del Planetario de Castellón. Actualmente sigue ejerciendo como profesora de Matemáticas en el Instituto de Bachillerato de Almassora y es Vicepresidenta de la Organización Española para la Coeducación en Matemáticas Ada Byron