

*Cuaderno de trabajo*

# MUJERES MATEMÁTICAS

**Exposición itinerante**

**2008-2009**

**Museo de la Ciencia y el Agua**



El papel fundamental de las mujeres en el mundo científico es poco conocido y, en muchas ocasiones, hasta olvidado. Muchos de los grandes descubrimientos han sido realizados por mujeres en unos años en los que era muy complicado el acceso a ese tipo de investigaciones.

La labor de la mujer en la ciencia es una gran desconocida para la sociedad. Con la exposición "Mujeres matemáticas" se pretende mostrar a todas las personas la labor de estas mujeres que han desarrollado teorías fundamentales para la matemática y que, al mismo tiempo, han tenido que luchar para que su voz se oiga.

La muestra presenta la vida y obra de catorce mujeres matemáticas que han dedicado su vida a la investigación en una sociedad en la que el acceso a la formación era muy complicado.

Estas científicas se han encontrado a lo largo de la historia con serias dificultades para acceder al mundo de la ciencia y para obtener plazas en las universidades en las que han desarrollado su trabajo.

Con esta muestra comprenderemos mejor la lucha de estas catorce científicas y de otras tantas mujeres que, desafiando a su época, han hecho de su pasión por las matemáticas su vida.

Gracias a la colaboración entre varias instituciones, se ha podido realizar este proyecto, consistente en la itinerancia de la exposición "Mujeres matemáticas" por centros de enseñanza, aulas hospitalarias, centros de la mujer, etc.

Con esta propuesta, el Museo de la Ciencia y el Agua no se limita a la difusión científica en su espacio habitual, sino que se desplaza hasta los lugares en los que alumnos y profesores desarrollan su labor educativa habitual.

Animo a la comunidad educativa y a toda la ciudad a visitar esta interesante exposición que no les dejará indiferentes.

**Miguel Ángel Cámara Botía**

*Alcade de Murcia*

**Alcalde-Presidente:**

Miguel Ángel Cámara Botía

**Concejal Delegada de Cultura y Programas Europeos:**

Fátima Barnuevo Ruiz

**Teniente Alcalde de Bienestar Social, Políticas de Igualdad y Participación Ciudadana:**

M<sup>a</sup> Carmen Pelegrín García

**EXPOSICIÓN ITINERANTE**

**Dirección:**

M<sup>a</sup> Isabel Parra Lledó

**Coordinación:**

M<sup>a</sup>. Purificación Gómez Buitrago  
M<sup>a</sup>. José González López  
Juana Herreros Bustamante

**Colaboran:**

Rosario Baños Zamora  
Ángel Caro López  
Carmen Hernández Valdés  
Iria Vidal Legaz

**CATÁLOGO**

**Textos:**

**Ámbito Mujeres Matemáticas**

**Autores:**

Rosario Baños Zamora  
Ángel Caro López  
Encarnación Cayuela García  
Magdalena Vivo Molina

**Colaboración:**

Enrique Medina Expósito  
Laureano Buendía Porras

**Ámbito Actividades Mujeres Matemáticas**

**Autores:**

Rosario Baños Zamora  
Ángel Caro López  
Joaquín Comas Roqueta  
M<sup>a</sup> Paz Díaz Grau  
María Jesús Herrera Ponz  
M<sup>a</sup> Teresa Fernández Jambrina  
Mercedes García Carpena  
M<sup>a</sup> Isabel García Hernández  
Pedro José García Gambín  
M<sup>a</sup> Filomena Lara Villagordo  
Enrique Medina Expósito  
Lucía Sáez Pérez  
Manuel Valera Hernández  
Magdalena Vivo Molina

**Ámbito Juegos Matemáticos**

**Autores:**

Rosario Baños Zamora  
Antonia Conesa Zamora  
Martín García Andreo  
Francisco Andreo Guadix  
Ángel González-Palencia Lagunilla  
Sebastián García Tomás  
Iria Vidal Legaz  
Magdalena Vivo Molina  
Joaquín Comas Roqueta  
M<sup>a</sup> Teresa Fernández Jambrina  
Gádor Manuela Pérez Payán  
Julio J. Escudero Albaladejo  
Carmen Hernández Valdés  
María Jesús Herrera Ponz  
José Marín Cárceles  
Fco. Javier Tomás Tapia  
Alicia Martínez Henarejos  
M<sup>a</sup> Saleta Reyes García  
M<sup>a</sup> Carmen Marín López  
Salvador Sánchez Hernández  
José Miguel Gutiérrez Sánchez

**Diseño:**

Basado en el diseño original de la  
exposición "A través de sus ojos", de  
Dosmasuno Creativos  
Reelaborado para la exposición "Mujeres  
matemáticas" por BIOvisual y  
PYPcomunicación

**Agradecimientos:**

Ayuntamiento de San Javier

Depósito Legal: MU-885-2007  
ISBN: 978-84-96760-09-7

<b>MUJERES MATEMÁTICAS</b>	<b>7</b>
<b>ACTIVIDADES</b>	<b>25</b>
<b>JUEGOS MATEMÁTICOS</b>	<b>39</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>59</b>





# MUJERES MATEMÁTICAS





# TEANO

Siglo VI a. C.

**Teano nació en Crotona, en el siglo VI a. C. Fue hija de Milón, un hombre rico que apreciaba el valor de las ciencias y de las artes tanto, que fue mecenas de Pitágoras y quiso que su hija se instruyera y aprendiera la ciencia matemática, por lo que la envió como discípula de éste.**

Teano se casó con Pitágoras y enseñó con él en la Escuela Pitagórica.

La comunidad pitagórica llegó a tener tanto poder en Crotona que la población se rebeló contra ella. Pitágoras perdió la vida durante esta revuelta y Teano pasó a dirigir la escuela en el exilio. Con la escuela destruida y sus miembros exiliados y dispersos consiguió, con la ayuda de sus dos hijas, difundir los conocimientos matemáticos y filosóficos por Grecia y por Egipto.

Se conservan fragmentos de cartas y escritos que prueban que Teano escribió mucho, y eso mismo le atribuye la tradición. Se consideran como suyos varios tratados de Matemáticas, Física y Medicina. También se le atribuyen algunos tratados sobre poliedros regulares y sobre la teoría de la proporción. Teano, como el resto de los pitagóricos, pensaba que el Universo estaba regido por el Número, ya que en él residía el orden esencial. Todo esto, junto con su búsqueda de la perfección y de la armonía en las formas y las proporciones, la llevó a trabajar en el número áureo.

## CONTEXTO HISTÓRICO

*La Grecia Clásica destaca por el nacimiento de la Democracia en la polis de Atenas, liderada por Pericles. Es un momento intenso cultural y político: Fidias o Praxíteles ensalzan la escultura; el Partenón es el emblema del mundo griego, o las luchas contra los persas (Guerras Médicas) y entre los griegos soslayan este período que es cuna de la cultura occidental.*

# HIPATIA



370-415

**Hipatia nació en Alejandría, en el año 370 d. C. Su padre, Teón, matemático y profesor del Museo, se preocupó de dotarla de una excelente formación. Vigiló minuciosamente la educación del cuerpo y de la mente de su hija, pues quería que fuese un ser humano perfecto. Y, en efecto, consiguió que tanto la belleza como el talento de Hipatia llegaran a ser legendarios.**

Hipatia fue una filósofa, una astrónoma y una matemática excepcional que superó incluso a su padre. Durante veinte años enseñó Matemáticas, Astronomía, Lógica, Filosofía, Mecánica..., y fue llamada “La Filósofa”, lo que en griego es sinónimo de sabia. De todas partes del mundo llegaban estudiantes para aprender de ella y su sabiduría era reconocida por toda la gente de su época. Tenemos noticias de muchas de sus contribuciones científicas: la invención de aparatos tales como el aerómetro (instrumento que sirve para medir líquidos); un planisferio; un aparato para medir el nivel del agua; otro para destilar agua, y la construcción de un astrolabio para localizar la altura de los astros sobre el horizonte. Trabajó también *Sobre el Comentario a la Aritmética de Diofanto*, en trece libros, y *Sobre la Geometría de las Cónicas de Apolonio*, en ocho tomos. El primer escrito trata sobre las ecuaciones que luego serán lla-

madadas diofánticas, con soluciones enteras, y el segundo recoge el conocimiento que sobre las cónicas se ha tenido hasta el siglo XVII, cuando vuelven a ser estudiadas por Kepler, para aplicarlas al movimiento de los planetas. Hipatia, al igual que sus antepasados griegos, sentía una gran atracción por las secciones cónicas, figuras geométricas que se forman cuando un plano pasa por un cono.

Hipatia fue símbolo del ideal griego, pues reunía sabiduría, belleza, razón y pensamiento filosófico, pero además era una mujer, una mujer científica y con un papel político importante. Todo esto unido a su negativa a convertirse al cristianismo culminó con su brutal asesinato a manos de un grupo de exaltados.

*“Fue una persona que dividió a la sociedad en dos partes: aquellos que la consideraban como un oráculo de luz y aquellos que la veían como un emisario de las tinieblas.”* (Elbert Hubbard)

## CONTEXTO HISTÓRICO

*Es una etapa de crisis general del Imperio Romano. En el año 395, Teodosio lo divide en una mitad oriental y otra occidental, acabando definitivamente con la unidad imperial. Es el momento de la consolidación cultural del cristianismo, que mantendrá encendidas luchas contra las corrientes paganas.*



1706-1749

# ÉMILIE DE CHÂTELET

**Gabrielle Émilie de Breteuil, marquesa de Châtelet, nació en Saint-Jean-en-Grève, Francia, en el año 1706, en el seno de una familia ilustre. Su padre era un hombre rico y poderoso que se preocupó de que Émilie recibiese una excelente educación. Demostró poseer una capacidad intelectual inusual incluso siendo niña. A los diez años ya había leído a Cicerón y estudiado Matemáticas y Metafísica; a los doce, hablaba inglés, italiano, español y alemán y traducía textos en latín y griego como los de Aristóteles y Virgilio. A pesar de su facilidad para los idiomas, su verdadera pasión fueron las Matemáticas.**

## CONTEXTO HISTÓRICO

*El Siglo de las Luces, así llamado el siglo XVIII, es el período del avance de la cultura, de la ciencia y de las ideas. Los ilustrados franceses marcaron el camino de la independencia de EE.UU. (1776) y de la Revolución Francesa (1789). Los progresos en ciencia dieron lugar a la Revolución Industrial, aplicando los diversos ingenios de hilado del algodón, el tejido por antonomasia de esta etapa.*

Cuando tenía veintisiete años conoció a Voltaire, uno de los más grandes pensadores del siglo XVIII. La relación fue al principio amistosa, unidos por su pasión por las ciencias, pero en 1733, debido a los problemas de Voltaire con la justicia, éste se refugió con Émilie en el castillo de Cirey, creándose entre ellos una unión sentimental. Formaron una pareja indisoluble, unida por sentimientos e intereses comunes. La relación entre ellos duró el resto de su vida.

A Émilie le fue prohibida la entrada, por ser una mujer, en el Café Gradot de París, donde se reunían matemáticos y científicos. La marquesa mandó que le confeccionaran unas ropas de hombre y con ellas volvió a presentarse en el café, donde finalmente fue admitida, siendo vitoreada por sus colegas. Estudió a Leibniz y Newton, tradujo al francés los Principia Mathematica de Newton y contribuyó a divulgar los conceptos del cálculo diferencial e integral.

Émilie murió a los 43 años, ocho días después de dar a luz a su última hija, de fiebre puerperal, en septiembre de 1749.

*“Confesaré que es tiránica. Para hacerle la corte es necesario hablarle de Metafísica, cuando uno querría hablarle de amor.” (Voltaire)*

# MARÍA GAETANA AGNESI



1718-1799

**Nació en Milán, el 16 de mayo de 1718. Creció en un ambiente acomodado y culto. Fue una niña precoz y dotada; a los cinco años hablaba francés y a los nueve, conocía siete lenguas: italiano, latín, francés, griego, hebreo, alemán y español, por lo que recibió el apelativo de “Oráculo de siete idiomas”. La muerte de su madre, cuando ella tenía veintiún años, cambió radicalmente su vida.**

Este mismo año quiso entrar en un convento, pero ante la oposición rotunda de su padre, no lo hizo, rechazando toda vida pública, dedicándose al cuidado de su familia y al estudio de las Matemáticas. El álgebra y la geometría, decía, son las únicas partes del pensamiento donde reina la paz.

Con treinta años publica sus *Instituzioni Analitiche*, que fue su principal obra. Era una recopilación sistemática en dos volúmenes. El primero trataba del conocimiento contemporáneo en Álgebra y Geometría analítica y el segundo tomo, de los nuevos conocimientos en cálculo diferencial e integral, inventado hacía poco por Leibniz y Newton. Fue traducida a varios idiomas y utilizada como manual en las universidades de distintos países.

Murió el 9 de enero de 1799, a los 81 años.



# CAROLINE HERSCHEL

1750-1848

**Nació el 16 de marzo de 1750, en Hannover, en una familia numerosa de músicos, pero no recibió una educación formal, ya que su madre pensaba que sólo debía recibir la formación suficiente para ser una buena ama de casa y cuidar de sus hermanos. Sus hermanos William y Alexander, ambos músicos, se la llevaron a Inglaterra a estudiar canto con veintidos años.**

Tal fue la dependencia de su hermano William, que cuando éste dejó de cantar para estudiar Astronomía, ella, a pesar de ser una buena soprano, lo dejó y empezó a trabajar como su ayudante.

Caroline aprendió Ciencia y Matemáticas sola. Llevaba una vida agotadora: por la noche observando con los telescopios y durante el día haciendo cálculos matemáticos y escribiendo los trabajos. Juntos, los Herschel fundaron la astronomía sideral -el estudio de las estrellas-. Descubrieron 2.500 nebulosas y grupos de

estrellas con su telescopio de veinte pies y más tarde construyeron uno de cuarenta pies que fue mencionado como una de las maravillas del mundo, pero decepcionó desde el punto de vista científico. Colaboró con su hermano en el descubrimiento de estrellas dobles, observaciones de planetas y otros fenómenos. Cuando murió su hermano William volvió a Hannover, donde completó su trabajo sobre las posiciones de unas 2.500 nebulosas, por lo que recibió la medalla de oro de la Real Sociedad de Astronomía y la nombraron miembro honorario de la Sociedad junto a Mary Somerville, siendo las primeras mujeres en recibir ese honor. También la nombraron miembro de la Real Academia Irlandesa y el rey de Prusia le concedió la medalla de oro de las Ciencias.

El 1 de agosto de 1786, Caroline descubrió su primer cometa. Los cometas seguirían siendo el campo de especialización de Caroline Herschel. Murió el 9 de enero de 1848, a los 97 años.

*"Sólo hice para mi hermano lo que hubiera hecho un cachorro bien adiestrado; es decir, hice lo que me mandaba. Yo era un simple instrumento que él tuvo que tomarse el trabajo de afinar."*

*(Caroline Herschel)*

# SOPHIE GERMAIN

1776-1831



**Nació el 1 de abril de 1776, en París, en el seno de una familia burguesa. Convencida de que su familia sólo pensaba en el dinero y la política, se refugió en la lectura, comenzando con las obras de la biblioteca de su padre. Su interés por las Matemáticas surgió a los trece años, después de leer la “Historia de las Matemáticas” escrita por Montucla. En particular le impresionó la leyenda de la muerte de Arquímedes, por los soldados romanos, mientras estaba absorto en un problema de geometría.**

Quedó tan conmovida por el fuerte efecto de la Matemática, capaz de hacer olvidar la guerra, que decidió dedicarse a su estudio. A partir de este hecho inició su formación autodidacta. Contaba dieciséis años de edad cuando se abre la Escuela Politécnica de París, pero como las mujeres no eran admitidas logra hacerse con los apuntes de Análisis de Lagrange y presenta un trabajo sobre la teoría de Lagrange con el seudónimo de Antoine-Auguste Le Blanc. Lagrange, impactado por la calidad del trabajo, quiso conocer a su autor, quedando impresionado al ver que era una mujer y le predijo un gran éxito como analista.

Trabajó en la Teoría de Números investigando sobre la Conjetura de Fermat.

Gracias a los conceptos desarrollados por Sophie Germain sentando las bases de la Teoría de la Elasticidad se han podido realizar construcciones como la Torre Eiffel. Pero a pesar de su contribución al estudio de la elasticidad de los materiales, Sophie no figura entre los 72 científicos franceses cuyos nombres se inscribieron en la emblemática torre. Un olvido más de la historia de la Ciencia en relación a sus miembros no varones.

Cuando muere, el 27 de junio de 1831, en París, a los 55 años, víctima de un cáncer de mama, consta en su certificado de defunción como rentière-annuitante (mujer sin oficio).

*“El gusto por las ciencias abstractas en general y, sobre todo, por los misterios de los números, es muy raro; esto no es sorprendente, puesto que los encantos de esta sublime ciencia en toda su belleza sólo se revelan a aquellos que tienen el valor de profundizar en ellos. Pero cuando una mujer, debido a su sexo, a nuestras costumbres y prejuicios encuentra obstáculos infinitamente mayores que los hombres para familiarizarse con esos complejos problemas, y sin embargo supera esas trabas y penetra en lo que está más oculto, indudablemente tiene el valor más noble, un talento extraordinario y un genio superior.”* (Gauss)



# MARY SOMMERVILLE

1780-1872

**Nació en Escocia, en 1780. Hija de un vicealmirante de la armada inglesa pasó su infancia en el campo, en contacto con la naturaleza, lo que estimuló su carácter observador, pero sin una formación básica sistematizada, de manera que a los diez años apenas sabía leer.**

Sus padres no le dejaban estudiar porque opinaban que era nocivo para las niñas, que podían quedarse estériles. Su padre decía: “Uno de estos días veremos a Mary con camisa de fuerza”.

## CONTEXTO HISTÓRICO

Los cambios ideológicos y económicos del siglo XVIII se plasmarán en intensos cambios políticos, económicos y sociales en el XIX. Las guerras napoleónicas lo inician, seguido de las oleadas revolucionarias burguesas, para pasar al auge de los nacionalismos (Alemania e Italia) y a los movimientos sociales marxistas y anarquistas. El colonialismo, liderado por Inglaterra y Francia, dará como resultado el reparto del continente africano entre estas potencias.

Mary Somerville fue una de las mujeres de su tiempo que con más pasión se dedicó al estudio de las Matemáticas y al conocimiento de los avances científicos. Ser mujer supuso una dificultad con la que convivió, sorteando obstáculos con la paciencia y la convicción de quien cree en su trabajo. Pero ni el acceso a la Universidad ni la participación en asociaciones científicas le estaba permitido.

Tradujo la *Mecánica Celeste* de Laplace. A continuación publicó *La conexión entre las ciencias físicas*, donde hace hincapié en la interdependencia creciente entre las diferentes ramas de la Ciencia y sugiere la posibilidad de que exista otro planeta más alejado que Urano poco antes de que se descubriera a Neptuno. En 1848, Mary Somerville publicó su libro más célebre, *Physical Geography*. Murió en Italia, en 1872, a la edad de 92 años, cuando todavía seguía estudiando Matemáticas.

“...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.”

(Charles Lyell)

# ADA BYRON LOVELACE



1815-1851

**Nació en Londres, el 10 de diciembre de 1815, siendo hija del ilustre poeta inglés lord Byron. Su vida está marcada por dos factores esenciales: la personalidad estricta de su madre y el ambiente culto y refinado del que formó parte.**

A los diecinueve años se casó con el octavo lord King y primer conde de Lovelace, quien admiró siempre el intelecto de su esposa, pero dejó que la tutela materna continuara su dominación.

A fin de que Ada pudiera disponer de libros y de trabajos científicos, su marido se hizo elegir miembro de la Royal Society, cuya biblioteca no permitía el acceso a las mujeres.

Lady Ada Byron, condesa de Lovelace, fue la primera programadora y pionera de la Computación. Realiza el primer programa, describe la entonces llamada “Máquina Analítica” de Charles Babbage e intuye que los desarrollos y operaciones de las Matemáticas son susceptibles de ser ejecutados por máquinas.

En la década de los ochenta, el Departamento de Defensa de los Estados Unidos de América desarrolló un lenguaje de programación en honor a la condesa, al cual nombró ADA.

En nuestro país, la Organización Española para la Coeducación Matemática ha adoptado su nombre, OECOM “Ada Byron”, con la misma finalidad: reconocer, en la era cibernética, el papel pionero de una mujer en ese campo, tan ligado a las Matemáticas.

En los últimos tiempos de la vida de Ada se sucedieron las crisis nerviosas, las deudas y los escándalos. Murió a los 36 años, víctima de un cáncer.

*“Ha habido muchas causas que contribuyeron a producir los trastornos pasados; y en el futuro los evitaré. Un ingrediente (pero sólo uno entre muchos) ha sido un exceso de matemáticas.”*

*(Ada Lovelace)*



1820-1910

# FLORENCE NIGHTINGALE

**Nació en Florencia, el 12 de mayo de 1820, en el seno de una familia acomodada. Su padre era partidario de que sus hijas recibieran una buena educación. Por tal motivo, Florence y su hermana aprendieron latín, griego, Historia y Matemáticas. Sin embargo, a su madre, a quien, de acuerdo a las costumbres de la época, le preocupaba encontrar un buen marido para sus hijas, menospreciando los conocimientos adquiridos por Florence, comentaba: “¡Qué utilidad tendrán las Matemáticas para una mujer casada!”.**

A los 23 años comunica a sus padres su deseo de ser enfermera, los cuales se opusieron, ya que la enfermería se asociaba con mujeres de la clase trabajadora. A pesar de ello inicia su formación de enfermera en Alemania.

Ella fue una innovadora en la recolección, tabulación, interpretación y presentación gráfica de las estadísticas descriptivas; mostró cómo la estadística proporciona un marco de organización para controlar y aprender, y puede llevar a mejoras en las prácticas jurídicas y médicas. También desarrolló una “Fórmula Modelo de Estadística Hospitalaria” para que los hospitales recolectaran y generaran datos y estadísticas consistentes.

Es conocida con el apodo de “La dama con la lámpara”, haciendo referencia a sus continuos paseos entre los heridos de la guerra de Crimea. Florence Nightingale murió el 13 de agosto de 1910, a la edad de 90 años, completamente inválida.

*“Debo decir a todas las damas jóvenes que son llamadas a esta vocación, que deben cualificarse para ello como lo hace un hombre para su trabajo. Que no crean que lo pueden asumir de otra manera.”*

*(Florence Nightingale)*

# SOFIA KOVALEVSKAYA



1850-1891

**Nació el 15 de enero de 1850, en Moscú, en el seno de una familia aristocrática. A pesar de la represión que vivió durante su infancia y adolescencia alcanzó un nivel intelectual impresionante. El nacimiento de Sofía fue una decepción para su padre, que deseaba tener un varón, y su educación estuvo en manos de varias institutrices muy severas con ella. Adoraba la poesía, pero tenía completamente prohibido no sólo leer, sino también escribir versos.**

El interés de Sofía (conocida generalmente como Sonia) por las Matemáticas comenzó de una forma curiosa: estudiando las conferencias litografiadas de Ostrogradski sobre cálculo diferencial y cálculo integral que fueron utilizadas para empapelar la pared del cuarto de los niños a causa de la escasez de papel pintado.

En esta época estaba prohibido para las mujeres asistir a la Universidad, lo que generó que muchas aristócratas rusas decidieran estudiar en el extranjero, pero una mujer soltera no podía conseguir pasaporte sin permiso de sus padres, por lo que surgieron los matrimonios de conveniencia para viajar a universidades extranjeras, y así lo hizo Sofía, quien contrajo matrimonio con Vladimir Kovalevsky y marchó a Heidelberg para proseguir sus estudios de Matemáticas, donde consiguió que la admitieran como oyente en la Universidad. Las investigaciones matemáticas de Sofía Kovalevskaya se centran en el Análisis Matemático. Su especialización fue la teoría de funciones abelianas. Su trabajo sobre los anillos de Saturno representa una aportación a la matemática aplicada. Su mayor éxito matemático fue su investigación sobre la rotación de un sólido alrededor de un punto fijo por el que obtuvo el Premio Bordín de la Academia Francesa de las Ciencias.

Fueron años fructíferos también para su obra literaria; escribió varias novelas: *Recuerdos de la infancia*, *Una nihilista*, *Vae victis...*

Fue la primera mujer en el mundo que se doctoró en Matemáticas y que obtuvo, en 1885, una cátedra de Mecánica en la Universidad de Estocolmo.

Sofía Kovalevskaya fue la mujer que indirectamente impidió la existencia de un cuarto Premio Nobel en Ciencias, el de Matemáticas. Poco después de su llegada a Suecia tuvo una intensa relación con Alfred Nobel, para después abandonarle a causa del profesor Magnus Gustav Mittag-Leffler, entonces decano de la Facultad de Matemáticas de Estocolmo. Alfred Nobel no olvidó esta mala pasada: Cuando él, más tarde, redactara su testamento, se informó minuciosamente por sus consejeros sobre si Mittag-Leffler sería un candidato potencial al trofeo. Éstos no pudieron por menos que asentir. Por este motivo, Nobel renunció al establecimiento de un premio en Matemáticas, y así ha permanecido hasta ahora.

Murió el 10 de febrero de 1891, en Estocolmo, a la edad de 41 años.

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

*(August Strindberg, dramaturgo sueco)*

# EMMY NOETHER



1882-1935

**Nació en Alemania, hija de padres judíos. Su padre, Max Noether, matemático, catedrático en la Universidad de Erlangen, le transmitió su pasión por las Matemáticas. A pesar de todo, no se libró de una educación tradicionalmente femenina y convencional (tocar el piano, bailar, saber llevar una casa).**

Estudió francés e inglés, pero cuando ya había superado los exámenes que le permitían enseñar idiomas decidió continuar estudiando y dedicarse a las Matemáticas, enfrentándose a los prejuicios de la época que se oponían a que cualquier mujer se dedicara a una actividad científica. Se le concedió un permiso especial para asistir a clase en la Universidad de Erlangen, pero no tenía derecho a examinarse. Emmy fue la única alumna entre 984 estudiantes. Después cambió la política universitaria y se le permitió continuar sus estudios de manera normal.

A los veinticinco años obtuvo el doctorado, trabajando posteriormente en el Instituto Matemático de Erlangen ayudando a su padre, sin percibir salario, únicamente con la satisfacción de investigar.

De 1922 a 1933 enseñó, en la Universidad de Gotinga, sin poder obtener un puesto en ella, ya que su acceso estaba vedado a las mujeres (su compañero Hilbert intentó corregir esta injusticia pero no pudo con la oposición de otros miembros de la facultad. Anunciaban los cursos bajo el nombre de Hilbert, aunque fuese ella la que los impartía). Aquí desarrolló un intenso y creativo trabajo científico: enunció un teorema esencial en la teoría de la relatividad general y en el estudio de partículas elementales; se con-

virtió en una gran especialista en la teoría de los invariantes y contribuyó notablemente a que el método axiomático fuese un potente instrumento en la investigación matemática.

En 1933, junto con otros profesores judíos, emigró a Estados Unidos. Allí trabajó como profesora en una escuela universitaria femenina en Pensylvania. Aunque estuvo menos de dos años en este país, su trabajo y su calidad como matemática la hicieron ganar una posición de gran respeto entre compañeros y alumnos.

Emmy Noether muere el 14 de abril de 1935, como consecuencia de una intervención quirúrgica. Tenía 53 años y estaba en el apogeo de su fuerza creadora.

*“Según el juicio de los más eminentes matemáticos en vida, Emmy Noether era la más importante inteligencia matemática creativa que ha nacido desde que comenzó la educación superior de las mujeres...”*

*Prof. Albert Einstein,  
The New York Times  
(5 de mayo de 1935)*

#### CONTEXTO HISTÓRICO

*Herederos del siglo XIX, el XX ha pasado a la Historia como la época del gran avance tecnológico de la Humanidad y de los enfrentamientos más sangrientos jamás conocidos, la Primera y Segunda Guerras Mundiales, que daban final a las tensiones de la centuria anterior. Es el siglo de los totalitarismos (nazismo y fascismo), así como de la oposición de dos teorías sociales de gran arraigo: comunismo y capitalismo.*

# GRACE CHISHOLM YOUNG



1868-1944

**Nació en Inglaterra, el 15 de marzo de 1868. Su familia gozaba de una privilegiada situación y una excelente educación. Hasta los diez años, estudió en casa Música y Cálculo Mental; después continuó su formación con una institutriz, hasta que a los diecisiete años aprobó los exámenes de Cambridge. Si hubiera sido un varón, al año siguiente habría comenzado sus estudios universitarios, pero, al ser mujer, esta posibilidad ni siquiera fue considerada.**

A los veintiún años, después de no poder iniciar Medicina, por la negación de su madre, comenzó a estudiar Matemáticas en la Universidad de Cambridge. Para poder doctorarse marchó a Gotinga (Alemania). Podemos considerar a Grace como la primera mujer que consiguió doctorarse de una forma "normal".

Escribió *Primer libro de Geometría* en colaboración con su marido William Henry Young, en el que opinaba sobre el interés que tenía enseñar Geometría utilizando los cuerpos geométricos en dimensión tres, en lugar de comenzar aprendiendo en los niveles inferiores a través de la geometría plana porque "en cierto sentido la geometría plana, es más abstracta que la tridimensional", ya que la geometría tridimensional, al ser más cercana a la experiencia, debía ser mucho más natural.

A pesar de sus obligaciones de ser madre de una familia numerosa, tuvo seis hijos, Grace fue capaz de escribir excelentes trabajos y más de doscientos artículos que publicó junto a su esposo y que siempre llevaron la autoría de él. Grace murió, el 29 de marzo de 1944, a los 76 años.



# GRACE MURRAY HOPPER

1906-1992

**Estudió Matemáticas y Física en Vassar College y se doctoró en Matemáticas en Yale. Después de dedicarse a la docencia durante diez años, en 1943 pasó a formar parte de la marina estadounidense (durante la Segunda Guerra Mundial). Los primeros ordenadores a gran escala fueron diseñados por la armada americana.**

Sus colegas se asombraban de su eficacia como matemática y como informática, y ella se sentía muy cómoda como programadora, hasta el punto de decir: “Puedo construir un ordenador que haga cualquier cosa que yo sea capaz de definir completamente”.

Uno de los primeros ordenadores con los que trabajó fue el Mark I, el primero a gran escala mundial.

El término “bug” (bicho en inglés) se utiliza actualmente para referirse a errores en los programas informáticos. Fue Grace Murray Hopper la que lo hizo popular después de que encontrara una polilla alojada en los circuitos del Mark I, produciendo un mal funcionamiento de la máquina (esto fue en 1945). A finales de los cincuenta, ideó un compilador capaz de permitir la comunicación utilizando frases

en inglés, en lugar de tener que usar instrucciones en código máquina. Este hecho condujo a la creación del lenguaje de programación COBOL, que hoy todavía sigue utilizándose como lenguaje de gestión.

Durante sus casi cincuenta años de trabajo en el ejército, fue admirada y recibió muchos honores por sus servicios y su trabajo como informática. Se retiró a los 75 años, como la persona de mayor edad entre los oficiales y la única mujer que había recibido menciones de honor. Entre otros recibió el premio Hombre del Año en las Ciencias de Cómputos por la Data Processing Management Association, fue la primera mujer nombrada Distinguished fellow of the British Computer Society y la única mujer almirante de la marina de los Estados Unidos hasta la fecha.

Escribió numerosos artículos, destacando por su gran interés los que tratan sobre la velocidad de las computadoras para transmitir datos.

Ha pasado a la Historia por ser una innovadora programadora durante las primeras generaciones de ordenadores. Además, fue de las primeras personas en buscar utilidades civiles a la informática. Falleció en 1992, a los 86 años.

# EMMA CASTELNUOVO



1913-...

**Nació en Roma, en 1913, hija de un gran geómetra italiano, Guido Castelnuovo. Estudió Matemáticas en la Universidad de Roma “La Sapienza”.**

Obtuvo una plaza de profesora de Secundaria en 1938, de la que fue despoída unos días más tarde en aplicación de las leyes raciales de Mussolini.

Durante la guerra y la ocupación nazi de Italia impartió clases clandestinas de Matemáticas de casa en casa, para refugiados y perseguidos. En 1944, al finalizar la guerra, fue rehabilitada y comenzó a trabajar en el Instituto Tasso de Roma, en el que permaneció hasta su jubilación en 1979.

Desde 1946 escribe numerosos artículos y libros sobre *El Método Intuitivo para enseñar Geometría en el Primer Ciclo de*

*Secundaria*. Con los que sorprende por sus ideas y métodos novedosos en esta época:

*“...el curso de geometría intuitiva debe suscitar, a través de la observación de miles de hechos, el interés del alumno por las propiedades fundamentales de las figuras geométricas y el gusto por la investigación. Este gusto nace haciendo participar al alumno en el trabajo creativo...”*

Es muy destacable que Emma Castelnuovo, por decisión propia, ha enseñado siempre en la Escuela Secundaria de primer ciclo, para alumnos entre 11 y 14 años. Y en la última reforma de la Secundaria italiana, en 1979, Emma tiene una gran influencia. Esta reforma fue precedida de un movimiento de renovación en la educación matemática, promovido por diversas iniciativas personales y organismos oficiales. Un ejemplo de esta renovación es la colección de didáctica de las Matemáticas dirigida por Emma Castelnuovo.

Actualmente, su influencia sigue vigente a través de muchos de sus discípulos, que se ocupan de la formación metodológica y puesta al día de los profesores en el “Laboratorio Didáctico” del Instituto Matemático de Roma.

# ACTIVIDADES

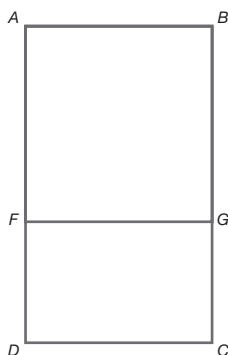


## TEANO (SIGLO VI a. C.)

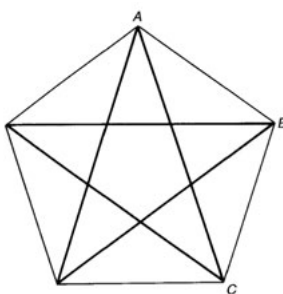
*Teano, como el resto de los pitagóricos, pensaba que el Universo estaba regido por el Número (ya que en él residía el orden esencial). Esto, junto con su búsqueda de la perfección y de la armonía en las formas y las proporciones, la llevó a trabajar en el **número áureo**.*

### EL NÚMERO ÁUREO

El número áureo, o número de oro, cuyo valor exacto es  $\frac{1+\sqrt{5}}{2}$ , es la proporción entre los lados de un rectángulo ABCD de forma que si le quitamos un cuadrado ABGF, el rectángulo mayor y el menor FGCD son semejantes.



También es la relación entre la diagonal AC de un pentágono regular y su lado AB:



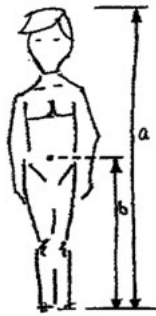
Los rectángulos que guardan como proporción entre sus lados este número son **especialmente armoniosos**.

Esta proporción de medidas se ha utilizado muy frecuentemente en arte (Leonardo da Vinci, el Partenón...).

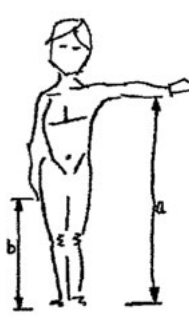
Como has podido observar, el número áureo es irracional y, por tanto, tiene infinitos decimales no periódicos. Te invitamos en la siguiente actividad a obtener algunas aproximaciones del famoso número.

**¡SOMOS ARMÓNICOS Y ARMÓNICAS!**

Toma las siguientes medidas a un compañero/a y rellena la tabla con las tres proporciones indicadas:



1ª proporción



2ª proporción



3ª proporción

a =	a =	a =
b =	b =	b =
$\phi_1 = \frac{a}{b} =$	$\phi_2 = \frac{a}{b} =$	$\phi_3 = \frac{a}{b} =$

Calcula el valor medio de las tres proporciones anteriores:

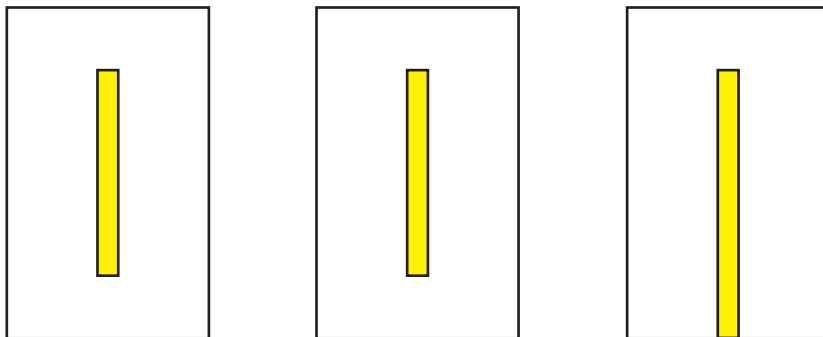
$$\phi = \frac{\phi_1 + \phi_2 + \phi_3}{3}$$

$$\phi =$$

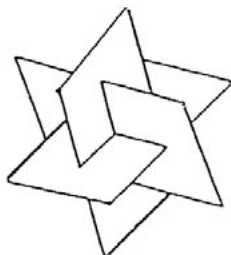
Cuanto más se aproxima cada proporción y la media de ellas a 1,61803.....  
(que es  $\frac{1+\sqrt{5}}{2}$ ) más armónica podemos decir que es la persona.

## DEL RECTÁNGULO ÁUREO AL ICOSAEDRO

Dados los tres rectángulos áureos:

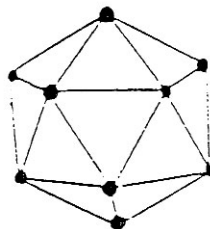
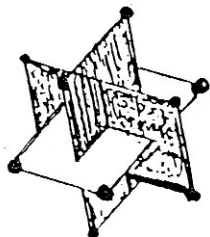


Móntalos como se muestra a continuación:



Observa que cada rectángulo se corta con los otros, formando un ángulo recto o, como decimos más frecuentemente, de forma ortogonal.

Coloca, en cada vértice, un alfiler. Une los 12 vértices de los rectángulos con gomas. Habrás obtenido una figura en el espacio que tiene 20 caras, triángulos equiláteros: el ICOSAEDRO.



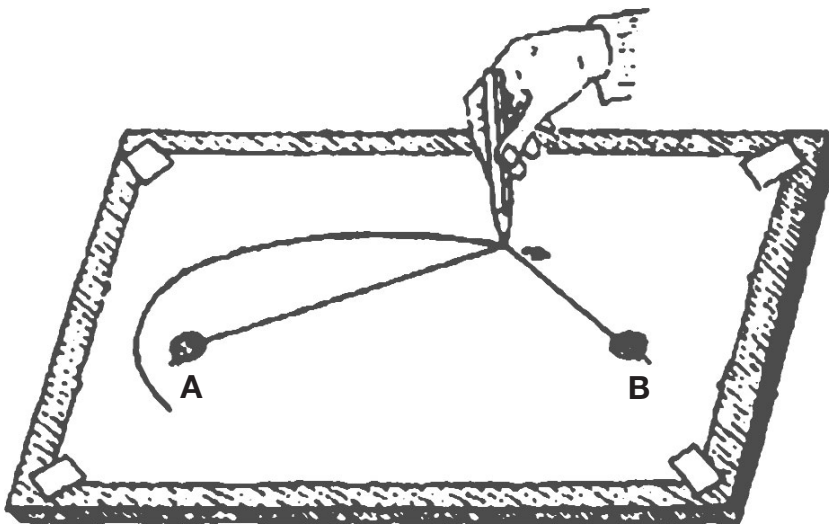
## HIPATIA (370-415)

*Hipatia, al igual que sus antepasados griegos, sentía una gran atracción por las secciones cónicas, que son las curvas que se forman al cortar un cono con un plano.*

### ¿CÓMO DIBUJAR UNA ELIPSE CON UNA CUERDA Y DOS CHINCHETAS?

Sujeta firmemente una hoja de papel a una mesa o a una superficie fija y clava sobre ella 2 chinchetas, A y B, separadas una de otra unos 10 cm. Con un trozo de hilo o de cuerda fina de unos 14 ó 15 cm de longitud ata uno de sus extremos a la chincheta A y el otro, a la B.

Por último, con un lápiz, tensa la cuerda y, manteniéndola como indica la figura, desplaza la punta del lápiz sobre el papel. La curva que va dibujando es una elipse.



## MARÍA GAETANA AGNESI (1718-1799)

Nació en Milán, el 16 de mayo de 1718. Creció en un ambiente acomodado y culto. Fue una niña precoz y dotada. A los cinco años hablaba francés y a los nueve conocía siete lenguas: italiano, latín, francés, griego, hebreo, alemán y español, por lo que recibió el apelativo de "Oráculo de siete idiomas".

### SOPA DE LETRAS

Hay que encontrar los 9 elementos escondidos en la sopa de letras. Jugando, se descubre que con sólo 9 años, María Gaetana hablaba y escribía correctamente 7 idiomas.



Buscar:

- Por una desafortunada traducción, a María Gaetana se la recuerda por un sobrenombre que evoca a ciertas mujeres montadas en escobas...
- Cuando tenía 9 años era capaz de hablar y escribir 7 idiomas. Descúbrelos.
- Tuvo muchos, muchos hermanos. ¿Cuántos?

## SOPHIE GERMAIN (1776-1831)

Sophie mantuvo correspondencia con Gauss bajo el seudónimo de Antoine-Auguste Le Blanc, ante el temor de resultar ridícula como "mujer erudita". Entre las muchas investigaciones que realizó se encuentra el estudio de la Teoría de Números; entre ellos, los conocidos en la actualidad como **Números Primos de Sophie Germain**.

### LOS NÚMEROS PRIMOS DE SOPHIE

¿Qué números primos, menores que 100, son números de Sophie Germain? (Un número primo  $p$  es un número de Sophie Germain si  $2p + 1$  también es número primo.)

## MARY SOMMERVILLE (1780-1872)

Te presentamos varios divertimentos para que los resuelvas como así lo hacía Mary Somerville en su juventud, época en la que se mostraba muy interesada en resolver los rompecabezas que aparecían en revistas como "The Ladies Diary".

### CUERDAS

¿Podrías decir cuántas cuerdas hay en esta maraña y cuál es la más larga?



### CUADRADO MÁGICO Y CAPICÚAS

¿Sabrías colocar dentro de este cuadrado las cifras que aparecen a la izquierda para que la suma de las columnas, filas y diagonales dé siempre 165? Te damos una pista.

11 22 33 44 66 77 88 99



## DOS MÁS DOS, NO SON CUATRO

A ver si resuelves esta adivinanza numérica:

*Digo que cuatro son seis  
y que seis son cuatro  
digo que esto es tan cierto  
como que dos más dos son seis.*

## EL TESORO PIRATA

Al ser llevado a la horca, un malvado pirata juró por su pata de palo (es sabido que cuando hacen este juramento los piratas siempre dicen la verdad) que había depositado un tesoro en uno de los tres cofres de abajo. Aunque, dada su naturaleza traicionera, como máximo una de las tres inscripciones que en ellos se encuentran es verdadera.

Piensa en qué cofre está el tesoro y abre dicho cofre. Si has acertado podrás llevarte una moneda de oro como prueba de tu astucia. Pero si te equivocas, te espera algo peor que la muerte.

**Cofre de madera**



***El tesoro no está  
en el cofre de oro***

**Cofre de oro**



***El tesoro está  
en este cofre***

**Cofre de plata**



***El tesoro no está  
en este cofre***

Esta prueba es una adaptación de un problema propuesto por Raymond M. Smullyan en su libro "¿Cómo se llama este libro?", editado en España en 1988 por Catedra.

## DOMINÓ

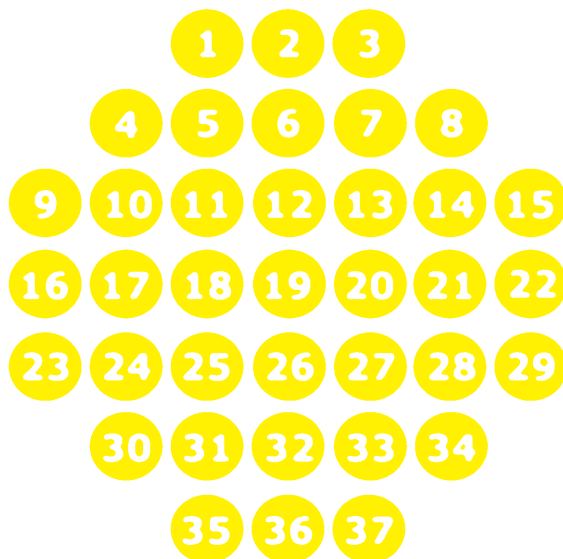
Hay que formar un cuadrado con 6 fichas de dominó, de tal manera que cada lado del cuadrado sume 3.

## ADA BYRON (1815-1851)

*Ada descubrió este juego y habla así refiriéndose a él: "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. Pienso que depende mucho de la primera ficha eliminada..."*

### EL JUEGO DE ADA

Para jugar con el solitario de Ada colocamos una ficha en cada casilla del tablero. Tenemos que quitar una para poder empezar 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 movimiento, 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 sólo 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. Si queda más de una ficha, pero no tenemos fichas vecinas sobre las que poder saltar, empezamos de nuevo.



¿Quieres intentarlo?

**POEMA DE LORD BYRON A SU HIJA ADA**

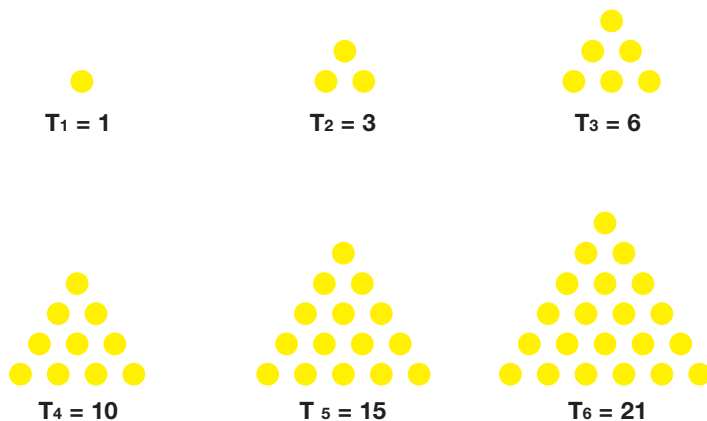
Así comienza el triste poema en el que se despide el poeta para siempre de su legítima hija:

*«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 Albión,  
 dejen de afligir o alegrar mis ojos»*

Padre e hija murieron a la misma edad. ¿Sabrías averiguarla a partir de la siguiente pista?:

\* Es el octavo número triangular, después del 28 y antes del 45.

Un número triangular es un número que puede recomponerse en la forma de un triángulo equilátero (por convención, el primer número triangular es el 1).



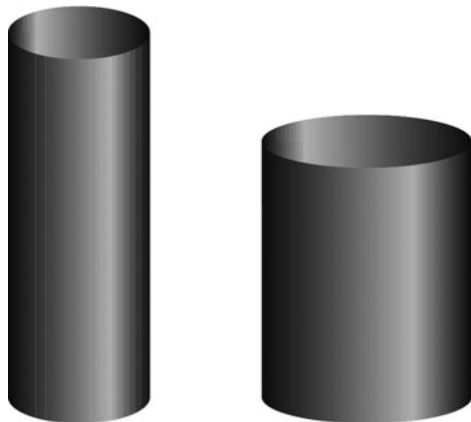
$$T_n = \frac{n(n+1)}{2}$$

## GRACE CHISHOLM YOUNG (1868-1944)

Nació en Inglaterra, el 15 de marzo de 1868. A los veintiún años, empezó a estudiar Matemáticas en la universidad de Cambridge. Escribió "Primer libro de Geometría", en el que opinaba sobre la enseñanza de la Geometría empezando por los cuerpos geométricos de tres dimensiones, en lugar de empezar en los niveles inferiores a través de una geometría plana, porque "la geometría plana es más abstracta que la tridimensional", ya que la tridimensional, al ser más cercana a la experiencia, debe ser mucho más natural.

### LOS CILINDROS

Utiliza dos hojas DIN A4 y forma dos cilindros (sin bases) uno: enrollando la hoja en sentido longitudinal y otro enrollándola transversalmente. Aunque la cantidad de papel que utilizas es la misma en los dos casos, ¿serán iguales también los volúmenes de los cilindros que se forman?



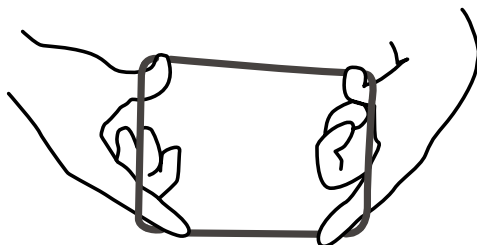
## EMMA CASTELNUOVO (1913-...)

Según Emma Castelnuovo, "la geometría intuitiva debe suscitar, a través de la observación, el gusto por la investigación y las propiedades fundamentales de las figuras geométricas".

### RECTÁNGULOS ISOPERIMÉTRICOS

Con una cuerda atada podemos formar muchos rectángulos, más bajos o más altos; cambian la base y la altura, pero el perímetro no varía: es la longitud de la cuerda.

La pregunta es: ¿cambia el área?



## JUEGO DE PISTAS

Pocas personas sabrían decir el nombre de una mujer matemática o que muchas de ellas tenían que hacerse pasar por hombres para poder publicar sus hallazgos. Mujeres que lucharon contra una sociedad injusta para poder abrirse paso en el mundo de la investigación matemática.

El trabajo científico necesita de inteligencia, creatividad, instrucción y decisión. Como resultado de ello, la Historia de la Ciencia es la de un grupo selecto de individuos.

Por desgracia, la historia de las mujeres en la Ciencia es aún más selectiva. Este juego pretende que descubramos la vida de algunas mujeres matemáticas buscando en la información que aparece en los paneles de la exposición. Para conseguir esto se van facilitando pistas sobre cada una de ellas, graduadas en dificultad, de forma que con estas claves se tiene que averiguar el personaje.

## MATEMETOCA

Siguiendo las normas del popular juego de la oca vamos conociendo a 8 virtuosas del mundo matemático; aparecen por orden cronológico y saltando de una a otra vamos descubriendo las dificultades que por su sexo, no por su inteligencia, tuvieron que solventar.

Las principales autoridades de sus respectivas épocas supusieron una constante traba en el trabajo de estas investigadoras; su vida familiar representó un gran escollo para el desarrollo de su elevada capacidad científica; las labores domésticas mermaban significativamente el tiempo que podían dedicar al estudio y la investigación, y, finalmente, cuando algunas consiguen llegar a la Universidad ven cómo la incomprensión y los prejuicios de sus propios colegas vetan sin remedio las posibilidades de explotar todo el potencial científico que poseían.

Pese a todo, nos han dejado un importante legado que recogemos con placer y divulgamos con admiración.

El tablero consta de las siguientes casillas:

- 8 casillas con el nombre y los dibujos de mujeres matemáticas, siguiendo el orden cronológico. Cuando un jugador cae en una de estas casillas avanza hasta la siguiente.
- 4 casillas que representan la cárcel. El jugador que cae en una de estas casillas se quedará 2 turnos sin jugar.
- 4 casillas, enmarcadas en color amarillo, que representan a diferentes autoridades. El jugador que cae en estas casillas debe retrasar su ficha 2 casillas.
- 4 casillas, enmarcadas en color azul, que representan a la familia. El jugador que cae en una de estas casillas debe retrasar su ficha 1 casilla.
- 4 casillas, enmarcadas en color verde, que representan sencillas operaciones matemáticas. Si el jugador cae en una de estas casillas debe resolver la operación. Si lo hace con éxito tira el dado de nuevo y avanza; en el caso que no resuelva la operación, se queda un turno sin jugar.
- 1 casilla, enmarcada en color rojo, que representa la Universidad. El jugador que cae en esta casilla retrocede al comienzo del juego.

- 15 casillas que representan diferentes aspectos en la vida de las 8 mujeres matemáticas en las que se basa el juego.
- 1 casilla que representa el final del juego, llamado Gran Oca Matemática.

## NORMAS DEL JUEGO:

Los jugadores irán lanzando el dado alternativamente y según las casillas en las que vayan cayendo avanzarán, retrocederán o perderán el turno hasta conseguir llegar a la Gran Oca Matemática.

## JUEGO DE CARTAS

Se trata de 8 familias formadas por grupos de 5 cartas cada una, que corresponden a aspectos diferentes de la biografía de las 8 mujeres cuyas vidas se representan en la obra de teatro: "Matemática es nombre de mujer".

El juego se puede realizar como un solitario, uniendo las cartas de una misma familia, o con más de 2 personas, siguiendo las reglas de las cartas de familia: es importante determinar quién comenzará el juego, es decir, quién será el jugador "mano" (lo cual se puede efectuar por medio de un sorteo).

En las partidas sucesivas, el derecho de ser "mano" pasa, correlativamente, de jugador a jugador. El jugador anterior al "mano", después de barajar las cartas, las distribuirá, de una en una, hasta agotar el mazo. El jugador "mano" comenzará el juego pidiendo, a cualquiera de los jugadores, una carta de familia de la cual él tenga, por lo menos, una. Si el jugador interpelado posee esta carta está en la obligación de cederla a quien se la pidió. Este jugador continuará pidiendo cartas a los demás jugadores hasta que falle en su petición, es decir, hasta que el jugador a quien pida carta no tenga la solicitada, en cuyo caso pasa el turno de juego a ese jugador, quien, a su vez, pedirá cartas en la forma ya explicada.

La finalidad del juego consiste en formar el mayor número posible de familias. Cuando un jugador ha reunido una familia entera, lo expondrá sobre la mesa. El juego continuará hasta que todas las familias han sido expuestas. El jugador que ha conseguido el mayor número de familias es el ganador.



**Ada Byron  
Lovelace**



**Fue la primera programadora y pionera de la computación.  
Describió la máquina analítica de Charles Babbage**

# JUEGOS MATEMÁTICOS

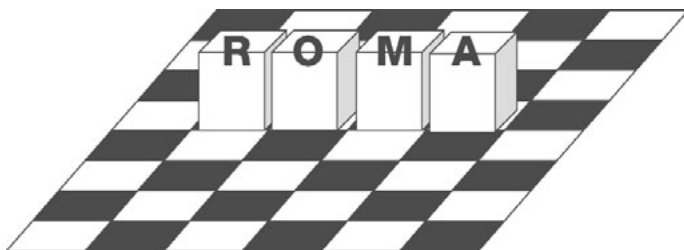


## DE ROMA AL AMOR POR CAMINOS GEOMÉTRICOS

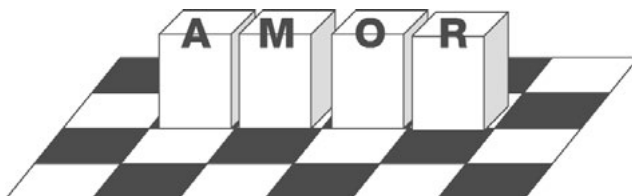
Este juego, de naturaleza geométrica, pretende dar a conocer el concepto de palíndromo (en este caso, *semi-palíndromo son palabras que, leídas al revés, tienen significado distinto*), practicar movimientos espaciales como es el giro de un cubo sobre un eje o arista y la optimización del número de movimientos necesarios para realizar una transformación.

Para realizarlo se necesitan 4 cubos, cada uno de ellos con una de las letras A-M-O-R impresas en una de sus caras y un tablero de cuadros (como los de ajedrez) del mismo tamaño que la cara de los cubos.

Debes conseguir, partiendo de la posición inicial de estos 4 cubos:

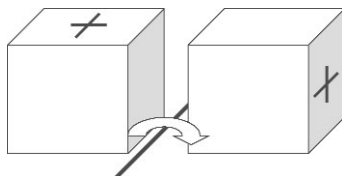


Llegar a esta posición final, que podrá estar en cualquier casilla del tablero, con la única condición de que estén consecutivos y se lea la palabra anterior, invertida:



Para mover el cubo debes seguir las siguientes reglas:

- Nunca debe levantarse ni tampoco deslizarse.
- Sólo se puede tumbar, girándolo alrededor de cualquier arista de la base.



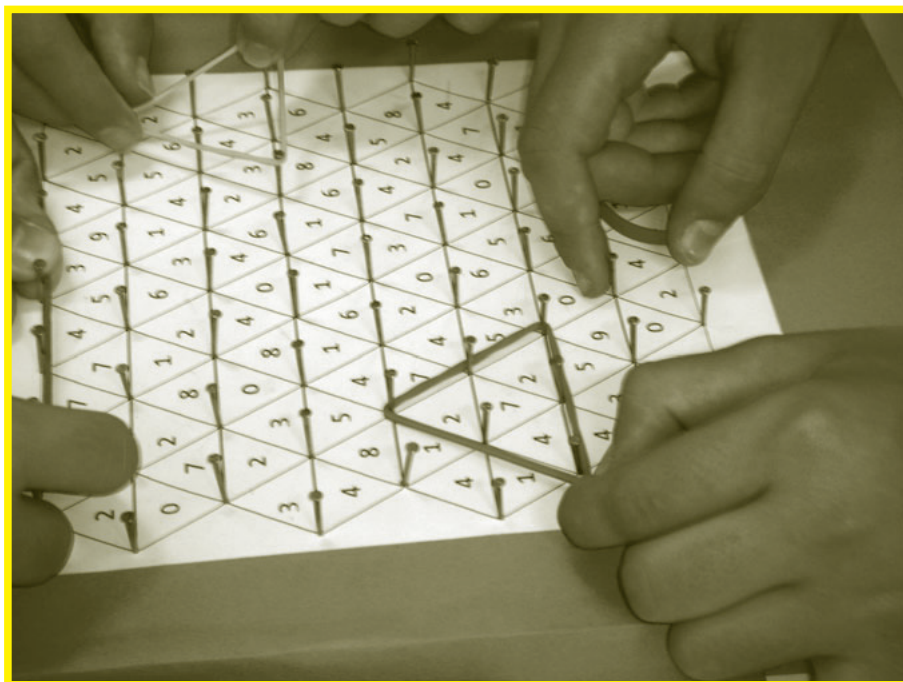
## PESCANDO NÚMEROS

Esta actividad desarrolla la capacidad de “ensayo-error”, la imaginación y localización espacial de figuras geométricas en el plano y la rapidez de cálculo mental.

Se parte de una trama de triángulos equiláteros, cada uno de ellos lleva en su interior un número del 0 al 9 colocado de forma aleatoria, proporcionando gomas para que “pesquen” peces de formas poligonales determinadas (triángulos, hexágonos, etc.), cuyo peso estará prefijado y coincidirá con la suma de todos los números que estén encerrados en la figura.

Se puede variar la forma geométrica de la figura buscada, el número a conseguir o el perímetro de la figura:

- Encontrar hexágonos de perímetro 6 en los que los números de su interior sumen 20 (u otro número).
- Encontrar triángulos de perímetro 6 en los que los números de su interior sumen 17 (u otro número).
- Encontrar paralelogramos de una determinada forma, de perímetro 6 en los que los números de su interior sumen 18 (u otro número).



## EL CLUB DE LOS TOPÓLOGOS

La **TOPOLOGÍA** es una rama de las Matemáticas que estudia las formas y la manera en que se deforman.

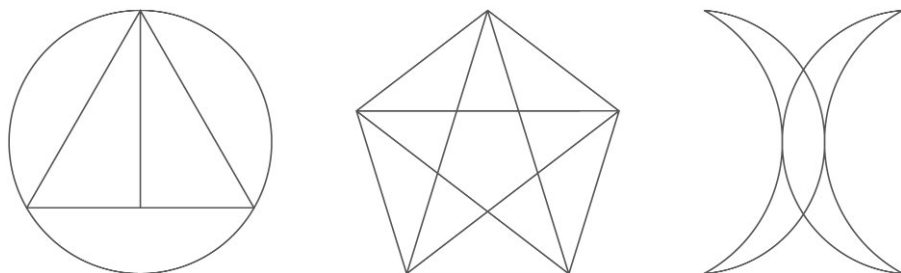
Es algo parecido a una “geometría de las figuras de goma”. Estudia las propiedades que no varían cuando la figura se deforma.

Podemos encontrar multitud de juegos con connotaciones topológicas sin saber que estamos relacionándonos con esa materia. Desde el punto de vista matemático, los juegos topológicos potencian aspectos como la intuición, la visión espacial, el estudio sistemático de posibilidades, la búsqueda de soluciones imaginativas o la esquematización de problemas.

Un rompecabezas topológico tiene bastante relación con un problema de Matemáticas. No solamente porque con frecuencia al enfrentarnos a ellos nos quedamos bloqueados al no saber cómo comenzar, sino porque existen muchos procedimientos de la resolución de problemas que se aplican para resolver el reto que nos plantea el rompecabezas.

Si quieres formar parte de “El Club de los Topólogos” tendrás que superar los siguientes retos:

Tienes que intentar dibujar de un solo trazo las siguientes figuras.

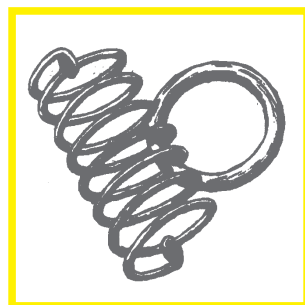


*(Recuerda que no puedes levantar el lápiz del papel, ni hacer rayas de más y ni pasar dos veces por una misma línea.)*

## EL MUELLE

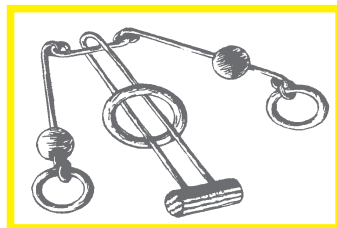
Este puzzle consta de un muelle en el que se cierra el paso en los extremos.

Una anilla está colocada abrazando dos vueltas del muelle. Te proponemos que liberes la anilla.



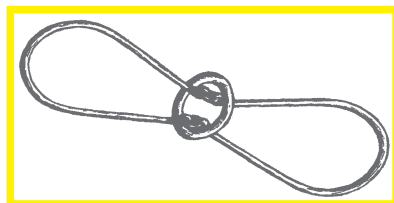
## EL MUÑECO

Del muñeco que te presentamos has de liberar la anilla de mayor diámetro.



## EL 8 TUMBADO

El siguiente puzzle consta de dos "C" unidas, que forman un "8". Hay una anilla atrapada en la unión. El objetivo es liberar la anilla.



¿Te atreves con el reto de que la anilla de diámetro más pequeño que las "C" pueda liberarse?

**Un topólogo es un señor que no sabe la diferencia entre una rosca (bizcocho en forma de anillo) y una taza de café.**

*Kelly, John L. (1975)*

## PSICOPROBABILIDAD: UNA APLICACIÓN SOLIDARIA

### CONCURSO "MUCHO POR POCO"

La finalidad del concurso es fomentar la solidaridad no sólo mediante aportaciones económicas, sino mentalizando a todos de que la suma de pequeños esfuerzos individuales puede convertirse en una gran ayuda colectiva. Para ello, se ha introducido el concepto "psicoprobabilidad" (*comportamiento de los jugadores al enfrentarse, en repetidas ocasiones, a una misma situación probabilística de la que cada vez obtienen más información mediante, por ejemplo, análisis previos de probabilidad, estrategias ganadoras, decisiones de los demás jugadores y resultados de las anteriores repeticiones*) tanto para la presentación como para el análisis del siguiente juego, al que llamamos "Mucho por poco":

*Cada jugador puede participar con los números naturales que quiera a partir del 1 (con un máximo de 20), contribuyendo con 10 céntimos por cada uno de ellos. Gana el que consiga jugar al número más pequeño por el que nadie más haya apostado.*

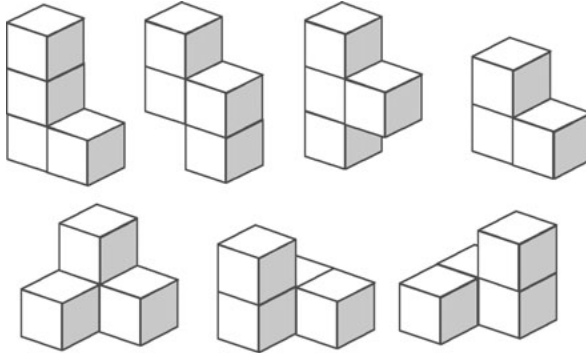
*Lo que se recaude con esta actividad se donará a "Pintores solidarios con Paraguay".*

Juego basado en idea original de los profesores Rafael Ramírez Uclés, Víctor Gómez Arellano, Isabel Salazar Valdivia y Virginia Calderón Escobar, del Colegio El Carmelo, de Granada. Ha sido galardonado con el primer premio de "Ciencia en Acción-2006" en la modalidad de Laboratorio de Matemáticas.

## EL ROMPECABEZAS DEL CUBO DE SOMA

*“Es un monstruo hermoso de la naturaleza en el que las 7 combinaciones irregulares más simples de cubos pueden formar un cubo otra vez. La variedad que crece fuera de la unidad vuelve a la unidad. Es el sistema filosófico más pequeño del mundo.”*

Piet Hein (1905-1996), descubridor del cubo de soma.



Se tiene que formar el cubo  $3 \times 3 \times 3$  con las 7 piezas.

Con este rompecabezas se desarrollan habilidades para visualizar relaciones espaciales. La creación de imágenes mentales es irremplazable en todo pensamiento y constituyen un buen recurso para promover la actividad intelectual, pues sirve de intermedio entre la “memoria”, la experiencia directa y el mundo real.

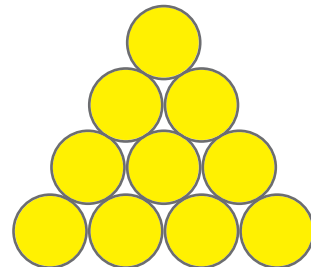
Con esta actividad, también intentamos proporcionar horas de diversión y exploración, teniendo en cuenta que hay exactamente 240 maneras de construir el cubo de soma.

## INVERTIR EL TRIÁNGULO

Para este juego tan sólo se precisan 10 fichas redondas de cualquier material o 10 monedas.

Trabajaremos la intuición y los giros geométricos de determinadas figuras.

- Se disponen las 10 fichas en forma de triángulo como muestra la figura.
- Se trata de conseguir un triángulo de la misma forma, pero con un vértice apuntando hacia abajo.
- Para ello tan sólo está permitido mover 3 de las fichas.



## EL OMNIPOLIEDRO

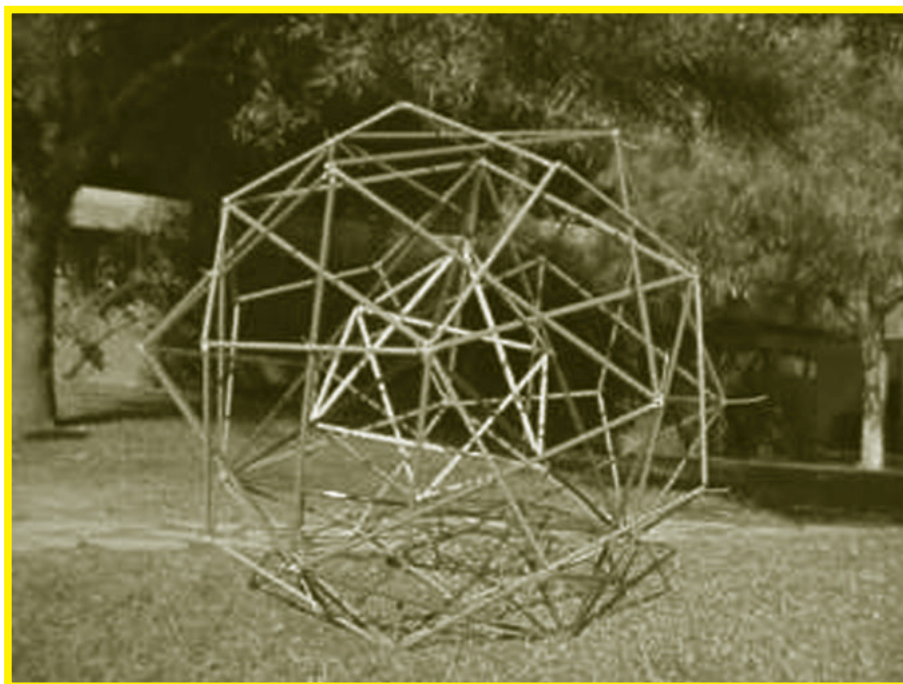
Es una composición realizada con los armazones en aluminio de los 5 **poliedros regulares** de manera que cada uno de ellos está inscrito en el siguiente.

En el interior se encuentra el **octaedro**; sus vértices se sitúan en el centro de las aristas del tetraedro. Los 4 vértices del **tetraedro** coinciden con otros tantos del **cubo**. Las aristas del **cubo** se encuentran sobre las caras del **dodecaedro**. Y, por último, el **icosaedro** proporciona rigidez al **dodecaedro** cuando las aristas de ambos se cortan en los puntos medios.

De esta forma conseguimos que resalten tanto las relaciones numéricas (número de caras, aristas y vértices) como las geométricas (planos de simetría, centros y ejes de rotación), que se establecen entre los 5 poliedros.

El omnipoliedro puede crecer:

Un **icosaedro** se puede inscribir dentro de un **octaedro** de forma que coincidan las simetrías de estas 2 figuras. Esto lleva a una nueva posibilidad de crecimiento infinito: el nuevo **octaedro** puede inscribirse en otro **tetraedro** mayor con los vértices del primero en el centro de las caras del segundo, el **tetraedro** en un nuevo **cubo** y así sucesivamente.



## EUROCAPICÚA

Eurocapicúa es un juego cuyo objetivo es formar, sobre un tablero cuadrado, secuencias capicúas con las monedas europeas. Se necesitan 16 monedas, 4 de cada clase.

Participan 2 jugadores o 2 equipos. Cada partida tiene 2 rondas; en cada una empieza un equipo. Todas las monedas se colocan en el interior de una bolsa. El equipo que sale en la primera ronda es el que trata de formar secuencias capicúas (simétricas). El otro equipo trata de deshacerle los capicúas formados. En la segunda ronda se intercambian los papeles.



Comienza el juego sacando el primer jugador una moneda de la bolsa y situándola en una casilla del tablero. El segundo jugador la puede mover. El juego continúa sacando monedas, una a una, y colocándolas en el tablero. Después de colocar cada moneda, el segundo jugador puede mover una moneda cualquiera o bien puede "pasar". Éste puede mover la moneda en línea recta, horizontal o vertical, sin saltar sobre otras piezas. Se continúa así hasta que las 16 monedas quedan colocadas en el tablero.

Después de calcular la puntuación, se juega la segunda ronda, en la que los jugadores se intercambian los papeles, ganando el jugador que obtiene la mayor puntuación.

**Puntuación:** Cada secuencia capicúa formada por 2, 3 o 4 monedas contiguas en horizontal o vertical vale tantos puntos como monedas contiene, pero cada moneda puede ser contada varias veces como parte de diferentes secuencias capicúas.

Si se designa a cada tipo de moneda con un número del 1 al 4 un ejemplo de resultado de una ronda es este:

2	1	1	3
4	2	4	3
4	1	2	3
2	1	3	4

*Filas:*                      *Columnas:*

**1ª fila:** (11) 2 puntos

**2ª fila:** (424) 3 puntos

**3ª fila:** 0 puntos

**4ª fila:** 0 puntos

**1ª columna:** (2442) 4 puntos, (44) 2 puntos

**2ª columna:** (121) 3 puntos, (11) 2 puntos

**3ª columna:** 0 puntos

**4ª columna:** (33) 2 puntos, (33) 2 puntos (333) 3 puntos

**Total: 23 puntos**

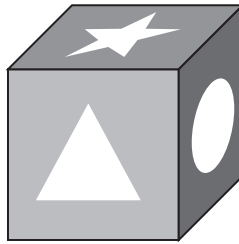
## LA CARA OCULTA

Esta prueba de ámbito geométrico pretende desarrollar la visión espacial, teniendo que relacionar un cubo con su desarrollo plano.

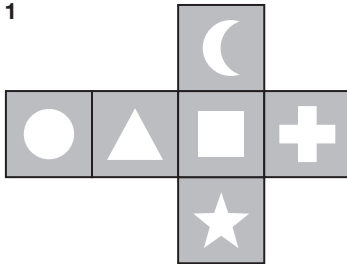
El juego consta de un cubo en el que 3 de sus caras tienen distintos dibujos, las 3 restantes sin dibujo y un ángulo ortodiédrico (el rincón de una caja abierta) donde adosar el cubo para ocultar las 3 caras sin dibujo.

Se muestra un cubo del que sólo son visibles 3 de sus caras, cada una con un dibujo diferente. Se proponen 4 alternativas de desarrollo plano para el cubo de las cuales sólo una es correcta.

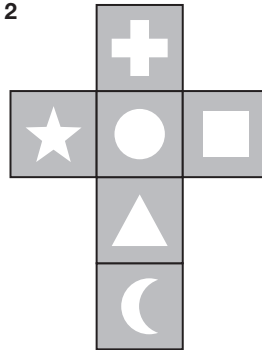
Responde a la pregunta: **¿Qué figura hay en la cara opuesta al triángulo?**



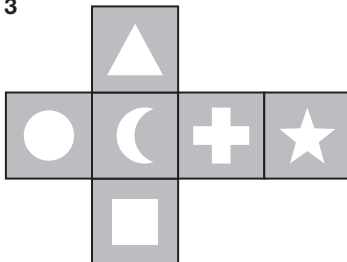
1



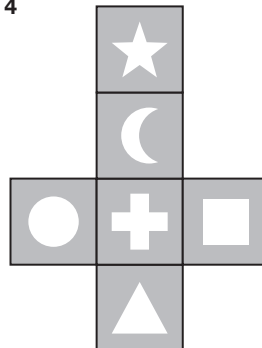
2



3



4



## LOS TRILEROS

Esta prueba tiene como objetivo introducir el concepto de permutación de varios elementos, así como la noción de cuadrado mágico. Entra en el ámbito de la combinatoria con una componente de organización geométrica.

Para realizarla tan sólo se precisa de una baraja española, 16 cartas en concreto.

En una distribución rectangular de 4 filas por 4 columnas, se han de colocar las 12 figuras (4 sotas, 4 caballos, 4 reyes) y los 4 ases.

Progresivamente se deben ir alcanzando los siguientes objetivos:

- En cada fila y columna no se debe repetir “categoría” de carta (as-sota-caballo-rey).
- En la condición anterior deben entrar ahora también las 2 diagonales: ni filas, ni columnas, ni diagonales pueden repetir “categoría”.
- A todo lo anterior añadimos la condición de que no se pueda repetir “palo” (oro-copa-espada-basto), es decir, en ninguna fila, columna o diagonal pueden haber 2 cartas de una misma “categoría” ni de un mismo “palo”.

*(Nota: Se puede usar también una baraja de póker (o baraja francesa), hablando de A-J-Q-K y diamantes-picas-tréboles-corazones.)*

## LAS MEDUSAS DEL MAR MENOR APRENDEN MATEMÁTICAS

La estructura de este juego es muy simple: Partiendo de un número cualquiera desde la SALIDA y recorriendo cada uno de los 4 caminos, realizando las operaciones indicadas, averiguar cuál nos conduce a la META con un resultado final que puede ser: el número de partida, su doble, su mitad o su cuarta parte.

Está orientado a potenciar el cálculo mental. Antes de comenzar a operar es conveniente que se planifique la estrategia a seguir. Existen varias formas de abordar esta actividad:

- Ejecutando, paso a paso, cada una de las operaciones con un número cualquiera.
- También se puede realizar de forma algebraica, expresando la operación a la que equivalen todas las operaciones del camino, por ejemplo **( : 2 ⇔ x 4 ⇔ : 8 ) = : 4**.
- Otra forma de jugar sería analizando qué multiplicaciones y divisiones se anulan mutuamente (por ser operaciones contrarias), pudiendo averiguar el resultado final sin necesidad de completar todos los caminos.

Se han establecido 4 niveles: números naturales, números enteros, fracciones y números decimales comprendidos entre 0 y 1. Para este último, este juego es muy interesante, porque rompe uno de los esquemas erróneos que muchos poseen: la idea de que siempre que se multiplica se aumenta y que al dividir se disminuye el resultado.



## MOSAICOS

Se pretende motivar en la construcción de mosaicos regulares y semi-irregulares de forma manipulativa para que se afiance el concepto espacial y de orientación.

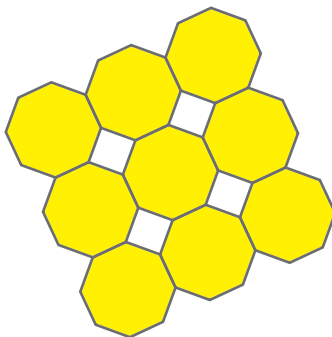
Se realizan sobre una tablilla de madera o de cartón como plantilla para colocar las figuras geométricas que forman cada mosaico y se utilizan teselas de goma ligera con las distintas formas geométricas (cuadrados, triángulos equiláteros y hexágonos regulares).

La prueba consiste en obtener 8 mosaicos uniformes diferentes: 3 regulares y 5 semi-irregulares.

En esta prueba sólo intervienen triángulos equiláteros, cuadrados y hexágonos regulares.

Utilizando las plantillas de cartón o madera y las figuras que aparecen en las mismas hay que completar los 8 mosaicos pedidos.

*Ejemplo de mosaico uniforme semirregular:*



## EL MATGRAM

Basado en el Tangram chino está formado por 7 piezas, 5 triángulos de distintos tamaños, 1 cuadrado y 1 romboide, que juntas forman 1 cuadrado y en cuyos lados hay conceptos matemáticos. Hay que relacionar los conceptos que se dan en cada pieza; de esta manera se tienen las pistas a seguir para construir la figura que se indica.

Nuestra propuesta se centra en cuestiones relacionadas con la Aritmética y el Álgebra. Con este juego pretendemos:

- Que los participantes sean capaces de enfrentarse con confianza a sus habilidades matemáticas.
- Desarrollar la capacidad espacial.
- Potenciar la capacidad crítica, al poder evaluar ellos mismos los resultados obtenidos (¡tienen que conseguir la figura que se les pide!).



## PALILLOS MARINOS Y GEOMÉTRICOS

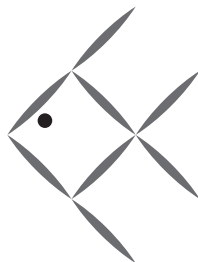
¿Quién no ha jugado con palillos intentando resolver algún tipo de problema o acertijo? Seguramente, casi todos nosotros, en algún momento de nuestra vida, hemos disfrutado intentando resolverlo, con gran satisfacción por nuestra parte si hemos sido capaces de lograrlo con las únicas herramientas de la imaginación y nuestra propia intuición.

Estas pruebas tienen un marcado carácter geométrico, ya que se trata de obtener determinadas figuras a partir de otras prefijadas de antemano y estando limitado en todo caso el número de palillos a mover.

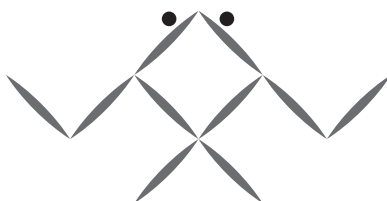
Se presentan distintas figuras y formas geométricas realizadas con palillos y aceitunas.

Se les pide que moviendo alguna de sus partes obtengan una transformación o figura diferentes.

A) Moviendo la aceituna y 2 palillos, el pez debe nadar hacia arriba.



B) Moviendo 3 palillos y las aceitunas, el cangrejo debe mirar hacia abajo.



C) Moviendo dos palillos hay que obtener: un solo cuadrado, 2 rectángulos, 1 triángulo equilátero y 1 pentágono equilátero (todos los polígonos superpuestos en la misma figura).



Con esta actividad reforzamos la capacidad de intuir e imaginar transformaciones y movimientos espaciales de figuras geométricas a la vez que fomentamos el trabajo en equipo.

Al final podrán comerse las aceitunas que aún queden en las latas utilizando los palillos sobrantes, demostrando con ello que las Matemáticas también pueden servir para hacer más divertido un modesto aperitivo.

***“Lo que no vale para una cosa vale para otra y lo que no vale para nada útil puede servir para entretenerse”***

***Yakov Perelman***

## 折り紙

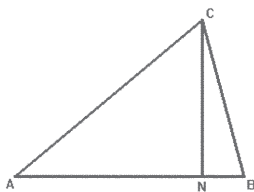
**Origami** (折り紙) es el arte de origen japonés del plegado de papel, que en español también se conoce como 'papiroflexia' o "hacer pajaritas de papel".

**Miguel de Unamuno**, en la década de 1930, fue el primer hombre de ciencia que introdujo la papiroflexia en España. Llamaba a este arte cocotología, por la palabra en francés cocotte (pajarita). Publicó un ensayo, "Amor y Pedagogía", que incluyó un apéndice acerca del plegado de papel y discutió por escrito del tema con Ortega y Gasset.

La papiroflexia ayuda a reflexionar, a imaginar y estimula la comprensión de las formas. Dentro del campo de la Geometría fomenta el uso y la comprensión de conceptos geométricos, como los que aquí presentamos:

### SUMA DE LOS ÁNGULOS DE UN TRIÁNGULO

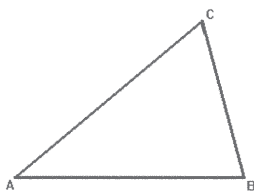
Dado el triángulo ABC dóblalo por el vértice C, de modo que B quede sobre el lado AB; con ello obtendrás la altura CN. Pliega ahora el triángulo de manera que los vértices A, B y C se unan en el punto N. Después de manipular de esta forma el triángulo ABC, ¿sabrías decir cuánto suman los ángulos interiores de este triángulo?



### TRAZADO DE LAS MEDIANAS

Dado el triángulo ABC plégalo por las medianas. (Recuerda que una mediana es la recta que une un vértice con el punto medio del lado opuesto.) Después trázalas a lápiz.

- ¿Observas algún punto notable?
- ¿Cómo se llama?
- ¿Cumple alguna propiedad respecto a la distancia a los vértices y a los lados opuestos a éstos?



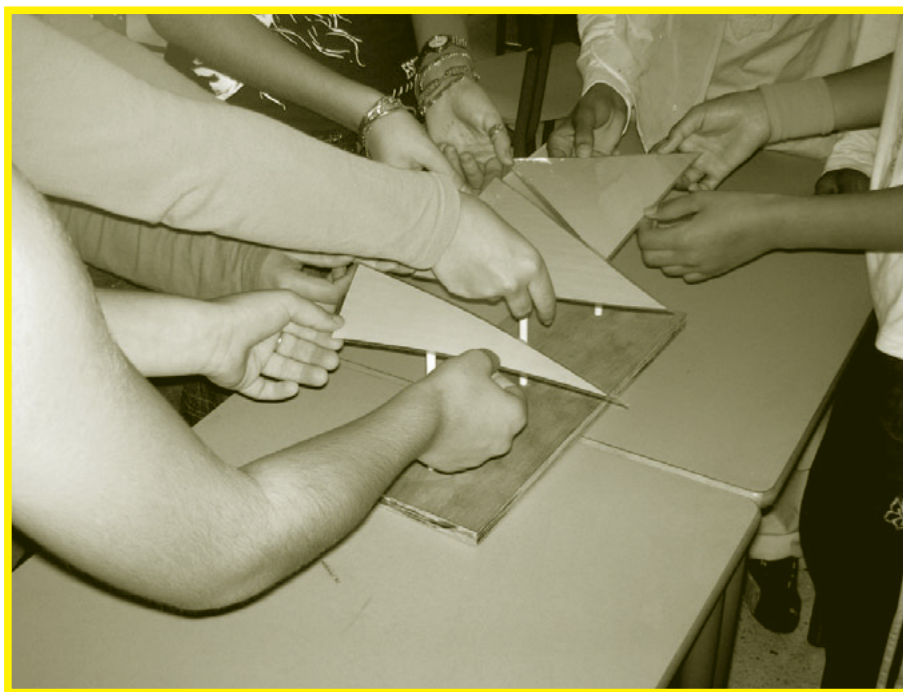
**Y ahora hazte un sombrero de papel, colócatelo y... pasa a la siguiente prueba.**

## CENTROS DE GRAVEDAD

Comprobaremos cómo el baricentro de cualquier triángulo actúa de forma efectiva como centro de gravedad y obtendremos, de forma experimental, el centro de gravedad en cuadriláteros irregulares.

Sobre triángulos de cartulina se trazan las 3 medianas, observando la concurrencia de éstas en un punto común: el **baricentro**. Una vez obtenido éste se coloca el triángulo sobre un pivote, formado por un fino cilindro de madera fijado verticalmente sobre una tablilla rectangular de madera y cuyos extremos superiores, de forma troncocónica, presentan una mínima superficie de apoyo de  $1 \text{ mm}^2$  aproximadamente. Sobre ésta deben ensayar con el triángulo hasta encontrar el **punto de equilibrio**, confirmando, una vez obtenido éste, que se trata del baricentro anteriormente determinado por ellos.

Como profundización de la prueba, se puede buscar el centro de gravedad en cuadriláteros irregulares y comprobar que el mismo se puede obtener por una doble triangulación, la cual se muestra en una de las caras del cuadrilátero.



*Es conveniente ir preparado para evitar posibles confusiones con vocablos como: epicentro, ortocentro, etc.*

## LOS MISIONEROS Y LOS CANÍBALES

Tres misioneros deben cruzar un río junto a tres caníbales usando una barca que puede efectuar un número indeterminado de viajes de ida y vuelta. Cada viaje de la barca sólo admite a dos pasajeros. Todos deben cruzar el río teniendo en cuenta que en ningún momento el número de caníbales puede superar al de misioneros, ya que éstos serían devorados por los primeros.

Lo más divertido de este juego es la escenificación, pues los participantes se convierten en misioneros y caníbales. Se comienza con la puesta en práctica del método de ensayo-error y se pone a prueba la capacidad de razonamiento lógico.

El matemático es el misionero con fe en el análisis lógico para descubrir lo esencial en el problema; los caníbales no entienden de lógicas ni de simplificaciones y relaciones: ¡¡Hay que comer!!

Los problemas de logística tienen su arranque en situaciones como esta: limitaciones en el transporte, requerimientos en el abastecimiento, necesidad de llegar a la otra orilla... Son problemas prácticos que no carecen de la belleza y la curiosidad que estimulan a un amante de las Matemáticas.

***“Aprender sin pensar es inútil. Pensar sin aprender, peligroso.”***  
**Confucio**

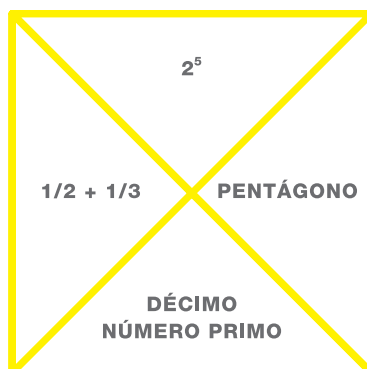
## PUZZLE MATEMÁTICO

Recordaremos una serie de nociones básicas relacionadas con las diversas ramas de las Matemáticas: Aritmética, Álgebra y Geometría.

Se compone de 16 piezas cuadradas; en cada una de ellas se hace alusión a 4 elementos matemáticos. Se han de colocar las 16 piezas formando un cuadrado 4x4 uniendo las casillas que estén relacionadas y de forma que en la parte exterior del cuadrado final se pueda leer la palabra “Matemáticas”.

**“El juego y la belleza están en el origen de una gran parte de la Matemática. Si los matemáticos de todos los tiempos se lo han pasado tan bien jugando y contemplando su juego y su ciencia, ¿por qué no tratar de aprenderla y comunicarla a través del juego y de la belleza?”**

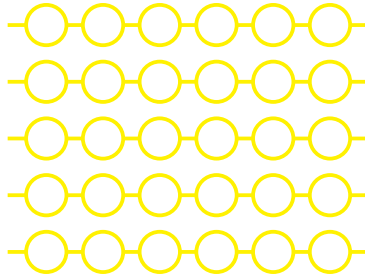
*(Miguel de Guzmán.  
 Prólogo del libro “Cuentos con Cuentas”)*



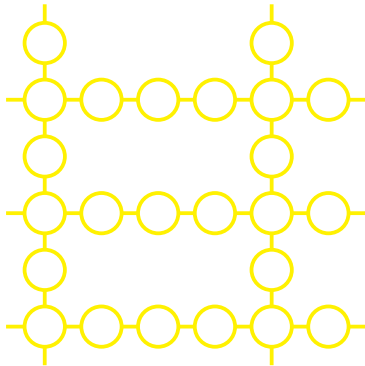
## RAYAS DE 6 PUNTOS

En esta actividad se trabaja, a nivel intuitivo, con nudos en una red, practicando la visión geométrica en el plano. Para realizarla tan sólo se necesitan 30 fichas redondas de cualquier material.

El objetivo de la prueba es trazar 5 líneas de 6 puntos cada una, con el menor número de fichas posibles. De este modo, la peor solución, en la que se usan todas las fichas para obtener las 5 filas de 6 fichas, sería la que no tiene nudos de intersección:



¿Cómo podríamos rebajar el número de puntos empleados en las 5 líneas de 6 puntos? Aquí hay un ejemplo con 24 fichas.





# BIBLIOGRAFÍA



- Alic, M. (1991):** *El legado de Hipatia. Historia de las mujeres en la Ciencia desde la Antigüedad hasta fines del siglo XIX*. Editorial Siglo XXI. Madrid.
- Antón, J. L., y otros (1994):** *Taller de Matemática*. Editorial Narcea. Madrid.
- García Arenas, J., y Bertrán i Infante, C. (1984):** *Geometría y experiencias*. Editorial Alhambra. Madrid.
- Balbuena, L.; Cutillas, L., y de la Coba, D. (1997):** *Palillos, aceitunas y refrescos matemáticos*. Rubes Editorial. Barcelona.
- Baños R., Caro A., Cayuela E., y Vivo M. (2006):** *Guía Didáctica de la Exposición "A través de sus ojos"*. I.E.S. Mar Menor y Ayuntamiento de San Javier. San Javier.
- Bas, M., y Brihuega, J. (1987):** *Geoplanos y Meccanos*. Dirección General de Renovación Pedagógica. Ministerio de Educación y Ciencia. Colección: "Documentos y Propuestas de Trabajo" nº 1. Madrid.
- Bayer Isant, P. (2004):** *Mujeres y Matemáticas*. La Gaceta de la RSME. Vol. 7.1. Págs. 55-71. Madrid.
- Blanco Laserna, D. (2005):** *Emmy Noether. Matemática ideal*. Colección La Matemática en sus personajes. NIVOLA, libros y ediciones. Madrid.
- Bolt, B. (1987):** *Divertimentos matemáticos*. Editorial Labor. Barcelona.
- Bolt, B. (1988):** *Actividades matemáticas*. Editorial Labor. Barcelona.
- Bolt, B. (1989):** *Aún más actividades matemáticas*. Editorial Labor. Barcelona.
- Bolt, B., y Hobbs, D. (1991):** *101 proyectos matemáticos*. Editorial Labor. Barcelona.
- Bracho López, R. (2000):** *El gancho matemático*. Port Royal Ediciones. Granada.
- Figueiras Ocaña, L. et al (1998):** *El juego de Ada. Matemáticas en las Matemáticas*. Proyecto Sur de Ediciones, S.L. Granada.
- Fölsing U. (1992):** *Mujeres Premios Nobel*. Alianza Editorial, S.A. Madrid.
- García Arenas, J., y Bertrán i Infante (1988):** *Geometría y experiencias*. Editorial Alhambra. Madrid.
- Ghyca, M. C. (1968):** *El número de oro (I - los ritmos; II - los ritos)*. Editorial Poseidón. Barcelona.
- González Suárez, A. (2002):** *Hipatia. (¿?-415 d. de C.)*. Colección Biblioteca de Mujeres. Editorial Ediclás. Madrid.
- Grupo "Diego Pérez de Mesa" (1998):** *Otra forma de trabajar la historia de las Matemáticas*. Actas de las IX Jornadas para el Aprendizaje y la Enseñanza de las Matemáticas. Federación Española de Sociedades de Profesores de Matemáticas. Lugo.
- Kelly, J. L. (1975):** *Topología general*. EUDEBA. Buenos Aires.
- Marina, J. A. (1992):** *Elogio y refutación del ingenio*. Editorial Anagrama. Barcelona.
- Martínez, A. y otros: Metodología activa y lúdica de la Geometría. Editorial Síntesis. Madrid.**
- Serra, M. (2001):** *Verbalía*. Editorial Península. Barcelona.
- Mataix, S. (1999):** *Matemática es nombre de mujer*. Rubes Editorial, S.L. Barcelona.
- Molero, M., y Salvador, A. (2002):** *Sonia Kovalevskaya (1850-1891)*. Colección Biblioteca de Mujeres. Editorial Ediclás. Madrid.
- Molero, M., y Salvador, A. (2003):** *Madame de Châtelet (1706-1749)*. Colección Biblioteca de Mujeres. Editorial Ediclás. Madrid.
- Mora, J. A.: Un Omnipoliedro para el Monte Tossal de Alicante. Alicante.**

- Navarro, A. (2004):** *In?enio<sup>3</sup>. Retos de agudeza visual*. Grup Editorial 62. S.L.U. El Aleph Editores. Barcelona.
- Nomdedeu Moreno, X. (2000):** *Mujeres, manzanas y matemáticas. Entretejidas*. NIVOLA, Libros y Ediciones, S.L.: Madrid.
- Nomdedeu Moreno, X. (2004):** *Sofía: La lucha por saber de una mujer rusa*. NIVOLA, Libros y Ediciones, S.L. Madrid.
- Paz Fernández, J.; Cámara Meseguer, M<sup>a</sup>. T., y Monteagudo Martínez, M<sup>a</sup>. F. (1999):** *Taller de Matemáticas*. Editorial Edelvives. Zaragoza.
- Perelmann, Y. (1979):** *Matemáticas recreativas*. Editorial Mir. Moscú.
- Samilovich, D.:** *Cómo jugar y divertirse con escritores famosos*. Ed. Altalena.
- Vallejo-Nájera, A. (1998):** *¿Oodias las Matemáticas?*. Ediciones Martínez Roca. Barcelona.
- VV.AA. (2004):** *Encuentros Matemáticos del Mar Menor*. Edición Personal. Madrid.

## PÁGINAS WEB:

- <http://thales.cica.es/epsilon/masqasignatura.htm>
- <http://centros5.pntic.mec.es/ies.sierra.minera/dematesna/> *Página web de los alumnos de matemáticas del I.E.S. Sierra Minera de La Unión (Murcia).*
- <http://es.wikipedia.org/>
- [http://personal.telefonica.terra.es/web/emiliomartin2002/mosaicos\\_y\\_teselaciones.htm](http://personal.telefonica.terra.es/web/emiliomartin2002/mosaicos_y_teselaciones.htm)
- <http://roble.cnice.mecd.es/jarran2/cabriweb/Mosaicos/mosaicos.htm>
- <http://www.geocities.com/teselados/>
- <http://jmora7.com/miWeb2/home2.htm>
- [www.astromia.com/glosario/baricentro.htm](http://www.astromia.com/glosario/baricentro.htm)
- [www.astrored.org/](http://www.astrored.org/)
- [www.astroseti.org/](http://www.astroseti.org/)
- [www.mallorcaweb.net/masm/planeta.htm](http://www.mallorcaweb.net/masm/planeta.htm)



