



MATEMÁTICAS

en la antigüedad

Matemáticas en la antigüedad

Francisco Luis Flores Gil

© 2008. Francisco Luis Flores Gil
Portada diseño y difusión de la obra: Íttakus



Licencia Creative Commons

Edición cortesía de www.publicatuslibros.com. Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciador (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o apoyan el uso que hace de su obra). No puede utilizar esta obra para fines comerciales. Si altera o transforma esta obra, o genera una obra derivada, sólo puede distribuir la obra generada bajo una licencia idéntica a ésta. Al reutilizar o distribuir la obra, tiene que dejar bien claro los términos de la licencia de esta obra. Alguna de estas condiciones puede no aplicarse si se obtiene el permiso del titular de los derechos de autor.

Nada en esta licencia menoscaba o restringe los derechos morales del autor.

Publicatuslibros.com es una iniciativa de:



Íttakus, sociedad para la información, S.L.
C/ Sierra Mágina, 10.
23009 Jaén-España
www.ittakus.com



Índice

1. Introducción	5
2. ¿Cómo surgieron las matemáticas en la antigüedad?	6
3. Primeros Sistemas de Numeración.	7
4. Tales de Mileto (624 - 546 a.c.)	11
5. Pitágoras (572 - 497 a.c.)	13
6. Euclides de Alejandría (en torno al 300 a.c.)	16
7. Arquímedes (287 - 212 a.c.)	19
8. Brahmagupta (598 - 665 d.c.)	23
9. El autor	25

1. Introducción

A lo largo de la historia han existido gran cantidad de personajes que han destacado por su inteligencia, ingenio, y aportación a la sabiduría y conocimientos de la humanidad.

En el mundo de las matemáticas destacan grandes personalidades que, en su mayor parte, no se han dedicado en exclusiva a las matemáticas, sino que sus estudios y avances se aplican en gran cantidad de ramas de la ciencia, como la física, la arquitectura, la ingeniería, la astronomía, e incluso en artes como la música y la filosofía.

Con este libro pretendo hacer un homenaje a los personajes más destacados e ilustres de la historia que han aportado grandes avances en matemáticas.

Mi intención es lograr que el lector se acerque más a ellos conociendo su vida, sus obras, anécdotas interesantes y retos que se plantearon en épocas en que contaban con muy pocos medios, por lo que sus estudios aún tienen mayor mérito.

2. ¿Cómo surgieron las matemáticas en la antigüedad?

El nacimiento de las matemáticas se debe a un intento por solucionar todo tipo de problemas con los que las antiguas civilizaciones se encontraban.

Las matemáticas ayudaban a entender el mundo y sus relaciones, pero expresándolo de forma concisa, sin ambigüedad. Para ello utiliza un lenguaje simbólico complejo, diferente al que adquirimos y utilizamos día a día.



Desde épocas antiguas los hombres han necesitado medir campos, contar ovejas, realizar trueques o vender por determinadas cantidades, en definitiva necesitaban entender y utilizar ciertos conceptos matemáticos.

Puede decirse que los números surgieron hacia el año 3.000 a.C. mediante la abstracción de los objetos que se contaban.

Ya en el 1.650 a.C. existe un importante tratado en el que se hace todo tipo de afirmaciones y deducciones matemáticas: se trata del papiro del Rhind o de Ahmes, que pasa por ser la mayor fuente de conocimiento de la matemática egipcia.

Se cree que fue escrito por el escriba Ahmes, a partir de escritos de 200 años de antigüedad, según reivindica Ahmes al principio del texto, aunque nos resulta imposible saber qué partes corresponden a estos textos anteriores y cuáles son de aportación propia o de otros sabios de su época.

Escrito en hierático, consta de 87 problemas y sus resoluciones, dando información sobre cuestiones aritméticas básicas, fracciones, cálculo de áreas y de volúmenes, reglas de tres, progresiones, repartos proporcionales, ecuaciones lineales y trigonometría básica.



Otras civilizaciones, como la babilónica y la mesopotámica, tenían ya avanzados conocimientos en esta misma época de la historia. Por ejemplo, los números naturales y las fracciones positivas eran conocidos ya por los antiguos babilonios hacia el 2.000 a.C.

Muchos de estos tratados matemáticos de la antigüedad estaban centrados en la proporcionalidad y en la arquitectura, ya que esta última era donde podían aplicar de forma más visual dichos conocimientos.

3. Primeros Sistemas de Numeración.

El primer concepto matemático que surgió en las diferentes culturas fue el concepto de unidad, al que pronto siguió la necesidad de crear un sistema de numeración.

Cuando los hombres empezaron a contar usaban los dedos, piedras, marcas en madera de puntos o rayas, y algunas otras formas para ir pasando de un número al siguiente. Estos sistemas se llaman sistemas de numeración de representación simple. Todos los objetos, independientemente de su cantidad, eran representados por una piedra o una marca, pero pronto surgió el inconveniente de tratar con números grandes. A medida que la cantidad a tratar crecía se fue haciendo necesario un sistema de representación más práctico.

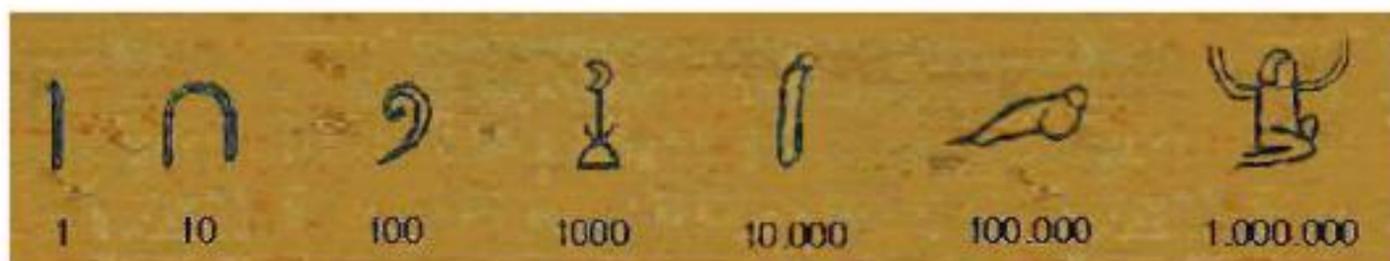
Los primeros sistemas de numeración fueron poco a poco ampliándose con otros signos que permitían tratar cantidades mayores sin tener que poner tantas veces el mismo signo. Estos signos nuevos generalmente representaban al número 5 o al número 10. Así surgieron los sistemas de numeración de agrupamientos múltiples.

Pronto aparecieron los sistemas aditivos, que son aquellos que acumulaban los símbolos de todas las unidades, decenas... como fuese necesario hasta completar el número. Una de sus características era, por tanto, que se podían poner los símbolos en cualquier orden, aunque en general se prefería una determinada disposición.

Vamos a destacar algunas de los sistemas de numeración de la antigüedad.

Sistema de numeración egipcio

Un ejemplo de sistema aditivo era el egipcio o jeroglífico, que ya existía en el tercer milenio antes de Cristo. Consistía en que por cada unidad se escribía un trazo vertical, por cada decena un símbolo en forma de arco, y por cada centena, millar, decena y centena de millar, y millón, un jeroglífico específico.



Sistema de numeración maya

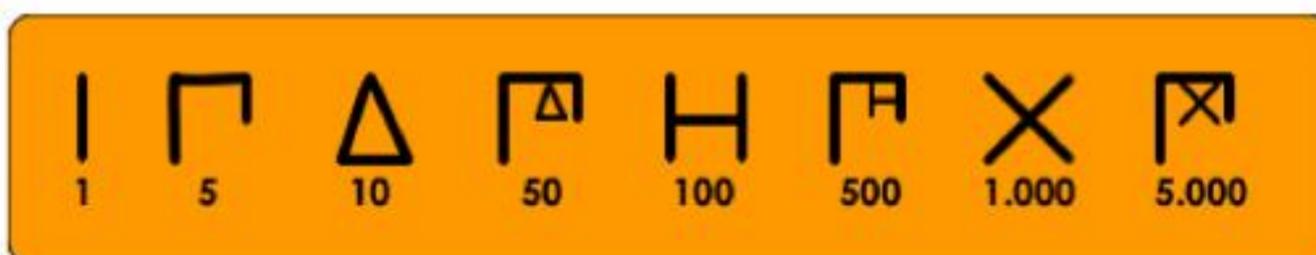
Los mayas idearon un sistema de base 20 con el 5 como base auxiliar. La unidad se representaba por un punto. Dos, tres, y cuatro puntos servían para 2, 3 y 4. El 5 era una raya horizontal, a la que se añadían los puntos necesarios para representar 6, 7, 8 y 9. Para el 10 se usaban dos rayas, y de la misma forma se continúa hasta el 20, con cuatro rayas.

Sistema de numeración griego

Otra de las grandes culturas en la antigüedad era los griegos. El primer sistema de numeración griego se desarrolló hacia el 600 a.C. Era un sistema de base decimal que usaba los símbolos para representar esas cantidades. Se utilizaban tantas de ellas como fuera necesario según el principio de las numeraciones aditivas.

Para representar la unidad y los números hasta el 4 se usaban trazos verticales. Para el 5, 10 y 100 las letras correspondientes a la inicial de la palabra cinco (pente), diez (deka) y mil (khiloi). Por este motivo se llama a este sistema acrofónico.

Progresivamente este sistema fue reemplazado por el jónico, que empleaba las 24 letras del alfabeto griego junto con algunos otros símbolos del alfabeto fenicio.

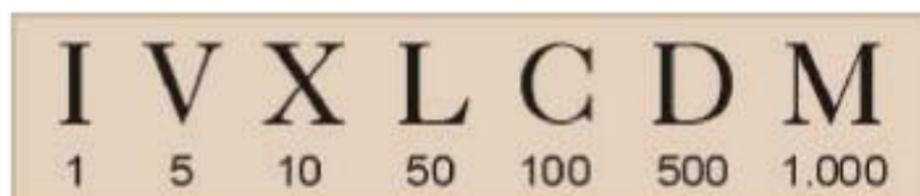


De esta forma los números parecían palabras, ya que estaban compuestos por letras, y a su vez las palabras tenían un valor numérico, con lo que bastaba sumar las cifras correspondientes a las letras que las componían.

Sistema de numeración romano

El sistema de numeración romano se desarrolló en la antigua Roma y se utilizó en todo su imperio.

El sistema de numeración romano es un sistema de numeración no-posicional, en el que se usan algunas letras mayúsculas como símbolos para representar los números.



Los múltiples símbolos podían ser combinados para producir cantidades entre estos valores, siguiendo ciertas reglas. En los casos en que fuese más pequeña, se permitía a veces colocar un valor menor (sustrayendo), el símbolo

con un valor menor colocado antes que un valor más alto, de manera que, por ejemplo, se puede escribir IV para cuatro, en lugar de IIII.

Los números romanos se leen de izquierda a derecha. Las letras que representan las cantidades mayores se sitúan a la izquierda. Los valores de las letras suelen sumarse excepto cuando una letra más pequeña se sitúa a la izquierda de una mayor, en este caso la menor se restaría a la mayor.

Ejemplos de numeración romana serían: IX = 9, CIII = 103, MCV = 1.105.

Una raya horizontal colocada sobre cualquier letra, multiplica su valor por 1.000.

Debemos destacar que los romanos desconocían el cero, que fue introducido posteriormente por los árabes que lo copiaron de los hindúes, así que no existe ningún símbolo en el sistema de numeración romano que represente el valor cero.

El sistema de numeración romano tiene el mérito de que permite expresar los números del 1 al 1.000.000 usando sólo siete símbolos.

Tal ha sido su aportación que sigue empleándose hoy en día, debido a su elegante diseño y escritura, especialmente para expresar siglos o nombres de reyes y papas.



Sistema de numeración indoarábigo.



El sistema actual decimal fue desarrollado por los hindúes hacia el III a.C. Ya por entonces existían importantes manuscritos matemáticos en la India como el Sutras y el Vedas.

Durante el S.V y el S.VII la matemática hindú floreció con matemáticos como Bramahgupta y Bhaskara Akaria, quienes desarrollaron respectivamente el concepto de números negativos, partiendo de las deudas y las pertenencias, y el concepto de números infinitos.

Los árabes hacia el siglo VII adoptaron dicha numeración, además de los métodos y resultados de la matemática india y griega, y la llevaron a Occidente con sus invasiones.

Los distintos sistemas de numeración los podremos agrupar a su vez en:

Sistemas no posicionales:

Cada símbolo representa el mismo valor, independientemente de la posición que ocupe. Un ejemplo sería el sistema de numeración romano descrito anteriormente.

Sistemas posicionales:

Cada símbolo tiene un valor según la posición en la que esté situado dentro del número. Un claro ejemplo sería nuestro actual sistema decimal, con el que con sólo 10 cifras (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9) somos capaces de representar cualquier número.

El sistema decimal está basado en los siguientes convenios:

1. Se utilizaban diez símbolos diferentes, llamados cifras o dígitos: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9.
2. Cada diez unidades simples o de primer orden, forman lo que consideramos una unidad de segundo orden, la decena. Análogamente, diez unidades de segundo orden constituirán una unidad de tercer orden, la centena, y así seguiríamos sucesivamente.
3. El número de unidades de cada orden no puede exceder de nueve, ya que si no sería un orden superior.
4. Una unidad escrita a la izquierda de otra representa una unidad de orden inmediatamente superior.

El número de símbolos usados en los sistemas posicionales se llama base del sistema.



Destacar la importancia que hoy en día tienen los sistemas binarios (0 y 1) en las nuevas tecnologías.

En la electrónica se asocia un "1" lógico a los valores de alta tensión y un "0" lógico a los valores de baja tensión. Con esto, el problema de implementar operaciones aritméticas mediante dispositivos electrónicos se reduce pues a crear circuitos que ante las entradas de "0" y "1" proporcionen la respuesta adecuada.

Actualmente se está estudiando la posibilidad del uso de 3 valores lógicos en lugar de dos, lo que ampliaría sustancialmente la cantidad de información enviada con cada impulso electrónico.

4. Thales de Mileto (624 – 546 a.c.)



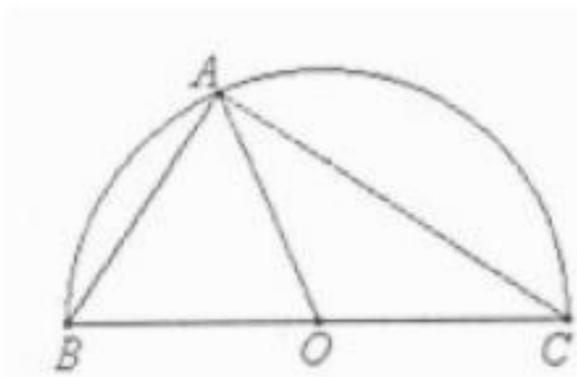
Thales de Mileto nació y murió en Mileto (Turquía), pero no se tiene seguridad en estas fechas. Aunque principalmente era ingeniero, se le considera el primer filósofo, matemático y científico griego conocido. Fue maestro de grandes matemáticos como Pitágoras y Anaxímedes, y posiblemente también de Anaximandro.

Thales fue el primer filósofo natural en la Escuela de Mileto, y una figura de gran prestigio, al ser el único filósofo anterior a Sócrates que perteneció a los Siete Sabios Griegos. Siempre ha sido considerado como un hombre de inteligencia excepcional.

El hecho concreto que reforzó su reputación fue la predicción de un eclipse de sol que tuvo lugar el 28 de mayo de 585 a. C. Igualmente fue el primero en mantener que la luna brillaba por el reflejo del sol, mantenía que el año constaba de 365 días, e incluso midió la altura de las pirámides de manera empírica, midiendo la sombra de éstas en el mismo momento en que la longitud de su propia sombra era igual a su altura. También se cree que descubrió la constelación de la Osa Menor.

Otro de sus méritos es la invención de la matemática deductiva, ya que empleando la geometría egipcia fue el primero en realizar demostraciones matemáticas mediante series regulares de argumentos.

Se le asignan entre otros los siguientes teoremas:



1.- Teorema de Tales: un ángulo inscrito en una semicircunferencia es un ángulo recto.

2.- Todo círculo queda dividido en dos partes iguales por un diámetro.

3.- Los ángulos básicos en un triángulo isósceles son iguales.

4.- Los ángulos opuestos por el vértice que se forman al cortarse dos rectas, son iguales.

5.- Si dos triángulos son tales que dos ángulos y un lado de uno de ellos son respectivamente iguales a dos ángulos y un lado del otro, entonces los dos triángulos son semejantes.

Thales creía que La Tierra era un disco plano que flotaba sobre agua y que todas las cosas venían del agua, explicando mediante tal hipótesis el fenómeno de los terremotos.

De esta forma fue el primero en buscar una explicación física del Universo, y en tratar de explicar los distintos fenómenos de la naturaleza de una forma racional en vez de por medios sobrenaturales. Este hecho hace que sea considerado también como el padre de la filosofía.

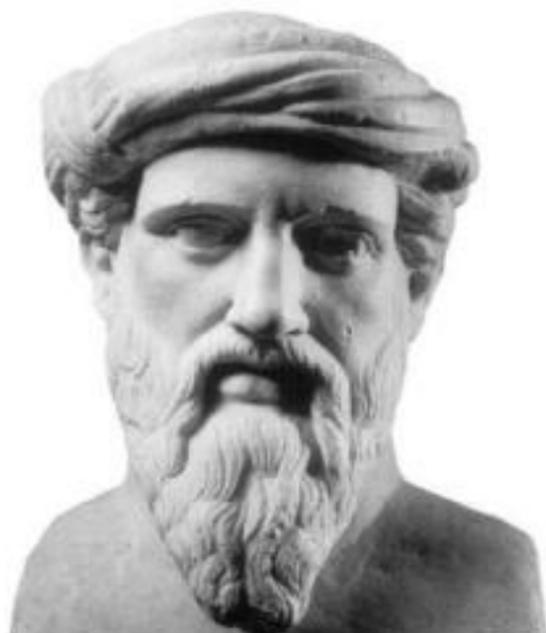
Aristóteles consideró a Thales como el primero en sugerir que la materia está formada por un único sustrato. También, como acabamos de contar, fue uno de los primeros en trascender el tradicional enfoque mitológico que había caracterizado la filosofía griega de siglos anteriores en su intención de explicar la naturaleza por medio de la simplificación de los fenómenos observables y la búsqueda de causas en el mismo entorno natural.

Hay dos anécdotas vinculadas a Thales. Una la cuenta Aristóteles, y dice que Thales usaba sus habilidades para deducir que la cosecha de aceitunas de la siguiente temporada sería muy buena. Entonces compraba todas las prensas de aceitunas para hacer fortuna cuando llegara la abundante cosecha.

Platón cuenta otra anécdota: una noche Thales estaba observando el cielo y tropezó. Una sirvienta lo levantó y le dijo: ¿cómo pretendes entender lo que pasa en el cielo si no puedes ver lo que está a tus pies?

En ocasiones se ha dudado de la existencia de Thales, ya que sus escrituras no sobrevivieron. Pero son muy numerosas las aportaciones que se le han atribuido a lo largo de la historia, en especial desde Herodoto, Jenófanes y Aristóteles. También Proclus, el último gran filósofo griego, escribió que Thales introdujo la geometría en Grecia, proveniente de Egipto.

5. Pitágoras (572 – 497 a.c.)



Filósofo y matemático griego nacido en la isla de Samos, y muerto en Metaponto. No existe unanimidad en las fechas exactas de su nacimiento y muerte.

Pitágoras es considerado como el primer matemático puro, aunque no hayan llegado a nuestros días ninguno de sus escritos, pero sí los conocimientos de su obra. Además ha sido uno de los personajes más influyentes en la Historia de la Cultura y del Pensamiento, y por ello se encuentra entre los Siete Grandes sabios de Grecia.

A él se le atribuye la invención de la palabra "filosofía" (amor por la sabiduría), y "matemática" (lo que se aprende). Además es el principal responsable -a través de la práctica de la demostración- del nacimiento en Grecia de la Matemática racional como ciencia especulativa y deductiva.

Se tienen pocas fuentes fidedignas sobre su vida, y su figura es muy misteriosa y legendaria. Fue fundador de una sociedad o secta religiosa caracterizada por el retiro, ascetismo y misticismo, y regida por códigos secretos, propiciando la aparición temprana de leyendas en torno a su persona, con un aire casi religioso. Este hecho se refuerza al ser contemporáneo de Buda, de Confucio y de Lao-Tse, fundadores de las principales religiones orientales.

Se pueden distinguir tres etapas en la vida de Pitágoras: la primera en el mundo griego, la segunda de viajes a Babilonia y Egipto y la tercera en lo que más tarde se llamó la Magna Grecia, con un intermedio en Samos entre la segunda y la tercera etapa.

En Mileto tuvo como maestros a varios filósofos como Pherekydes, Anaximandro, quien le dio clases de Geometría y Cosmología e influyó mucho en sus ideas, y en especial Thales, al que conoció entre los 18 y 20 años. En esta época Thales era ya un anciano, pero contribuyó al interés de Pitágoras por la Matemática y la Astronomía aconsejándole viajar a Egipto para profundizar estos temas.

En Fenicia y Egipto (535 a.c.) asimiló conocimientos tanto matemáticos como astronómicos, así como un gran bagaje religioso e incluso esotérico. Muchas de las costumbres que aprendió de los sacerdotes de los templos egipcios las aplicó posteriormente en su sociedad Hermandad Pitagórica.

Posteriormente marchó a Babilonia, no se sabe bien si como prisionero de Cambises o por propia voluntad, donde adquirió conocimientos aritméticos y musicales de los sacerdotes. Probablemente viajó también a Delos, Creta y Grecia antes de volver a Samos y establecer, por fin, su famosa escuela en la polis (ciudad-estado) de Crotona (518 a.c.), donde gozó de considerable popularidad y poder.

En toda Italia surgió un gran entusiasmo por Pitágoras cuando en Crotona le pidieron que expusiera sus ideas. Según la tradición, Pitágoras dirigió por separado cuatro grandes discursos al Senado, a los jóvenes, a las mujeres y a los niños. Según ha sido transmitido a nuestros días, estos discursos contenían recomendaciones morales de gran perfección, derivadas fundamentalmente de la necesidad de ajustar la conducta humana a los cánones de armonía y perfección que se derivan de la naturaleza misma de las cosas, e ilustradas con elementos específicos de la mitología de los habitantes de Crotona.

La comunidad religiosa liderada por Pitágoras, Hermandad Pitagórica, era muy estricta y seguía un rígido código de conducta. Superado un período de prueba, se permitía a los nuevos iniciados en la secta oír la voz del Maestro, oculto tras una cortina. Años después, más profundamente purificadas sus almas por la regla pitagórica, se les permitiría ver a Pitágoras. Además los discípulos debían guardar siempre estricto secreto en las enseñanzas recibidas.

Esta comunidad era igualitaria e incluía a varias mujeres, entre ellas a Teano, con quien Pitágoras se casó y tuvo descendencia.

La Hermandad Pitagórica proponía la obediencia y el silencio, la abstinencia de comida, simplicidad en la vestimenta y posesiones y la frecuente auto-examinación.

Creían en la inmortalidad y la reencarnación del alma. De hecho uno de los ídolos a los que veneraban los pitagóricos era el Número. Creían que, merced a la Matemática, el alma podría ascender a través de las esferas hasta unirse finalmente a Dios.

Los pitagóricos dividieron el saber científico en cuatro ramas: La aritmética o ciencia de los números -su lema era todo es número-, la geometría, la música y la astronomía.

Pitágoras pensaba que todo el universo se apoyaba en los números y sus relaciones, procediendo a revestir a los números de ciertas propiedades mágicas. Estudiaron propiedades de los números que nos son familiares actualmente, como los números pares e impares, números perfectos, números amigos, números primos, números figurados: triangulares, cuadrados, pentagonales. Estos últimos solo conservan un interés histórico.

La perfección numérica, para los pitagóricos, dependía de los divisores del número. Según ellos los números tenían otras características que no se aceptan en la actualidad, sosteniendo que cada número tenían su propia personalidad, masculina o femenina, perfecto o incompleto, hermoso o feo. El diez era el mejor número porque contiene en sí mismo los cuatro primeros dígitos, $1+2+3+4=10$, y estos escritos en forma triangular forman un triángulo perfecto.

Pitágoras descubrió el famoso número de oro. De hecho el símbolo de la escuela de Pitágoras, y por medio del cual se reconocían entre sí, era la estrella de cinco puntas inscrita en un pentágono que ellos llamaban pentalfa (cinco

alfas). Calcularon la relación que existía entre una diagonal y un lado del pentágono y encontraron que era siempre la misma. Lo llamaron razón áurea.



Monedas griegas con el Pentagrama pitagórico halladas en Metaponto (450 a.C).

Lo que colmó de gozo a Pitágoras, hasta el punto de mandar sacrificar un buey a los dioses, fue la demostración de su famoso teorema de geometría: “la hipotenusa de un triángulo rectángulo es igual a la suma de los cuadrados de los catetos”. Aunque este teorema era conocido por los babilonios 1000 años antes, Pitágoras fue el primero en demostrarlo.

El mayor éxito científico atribuido a Pitágoras fue su estudio del sonido y la Armonía Musical. Descubrió que las cuerdas de instrumentos musicales producían sonidos de tonos más agudos cuando se las acortaba, siguiendo el sonido una relación proporcional a la longitud de la cuerda. Gracias a sus observaciones, el estudio del sonido ha permanecido inalterable hasta nuestros días.

La escuela pitagórica acabó, plausiblemente, por convertirse en una fuerza política aristocratizante que despertó la hostilidad del partido demócrata, de lo que derivó una revuelta que obligó a Pitágoras a pasar los últimos años de su vida en Metaponto.

La muerte de Pitágoras se debió a que el pueblo de Crotona pensaba que las tierras conquistadas por una guerra con un pueblo vecino se iban a entregar a los pitagóricos. Entonces rodearon la casa, taparon las salidas y le prendieron fuego, muriendo junto a Pitágoras muchos de sus discípulos, pero otros lograron huir y gracias a ello pudieron divulgar sus conocimientos.

6. Euclides de Alejandría (en torno al 300 a.c.)



Euclides es el matemático griego clásico más conocido e ilustre de la historia. Junto a Arquímedes es considerado uno de los dos mayores matemáticos de la antigüedad. Pero curiosamente muy pocas cosas se conocen con certeza de su vida. Este hecho fue descrito por E. M. Forster en la siguiente frase: "Nada sabemos de él. A decir verdad, hoy lo consideramos como una rama del saber más que como hombre".

Los últimos estudios llevan a pensar que Euclides se educó en Atenas, lo que explicaría su buen conocimiento de la geometría elaborada en la escuela de Platón, aunque no parece que estuviera familiarizado con las obras de Aristóteles.

Entre las referencias más fiables se encuentra la de Ateneo (S. II d.c.), quien le sitúa en el tiempo entre la generación de los discípulos de Platón y los de Arquímedes, durante el reinado de Tolomeo I Sóter. Enseñó en Alejandría, donde alcanzó un gran prestigio en el ejercicio de su magisterio, creando una prestigiosa escuela de matemáticas.

Según Proclo, el último de los grandes filósofos griegos (alrededor del 450 d.c.):

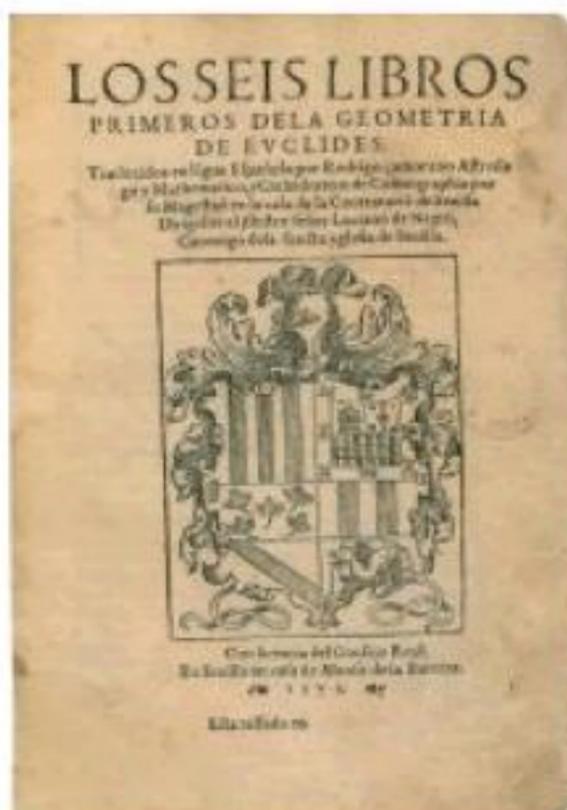
«No mucho más joven [que Hermótimo de Colofón y Filipo de Medma, discípulos de Platón] es Euclides, quien compiló los elementos poniendo en orden varios teoremas de Eudoxo, perfeccionando muchos resultados de Teeteto y dando así mismo pruebas incontestables de aquello que sus predecesores sólo habían probado con escaso rigor. Vivió en tiempos del primer Tolomeo, pues Arquímedes, que vino inmediatamente después, menciona a Euclides».

Como anécdota se cuenta que el rey Tolomeo pidió a Euclides que le mostrara un procedimiento abreviado para acceder al conocimiento de las matemáticas, a lo que Euclides repuso que no existía un Camino Real hacia la geometría.

A Euclides se le considera como el padre de la geometría clásica griega, gracias a su importante obra titulada Los elementos geométricos, más conocida como Los Elementos, y que probablemente haya sido la obra más editada tras la Biblia, rivalizando así con el mismísimo Quijote.

Esta obra, compuesta por trece libros, ha sido utilizada como texto de estudio durante cerca de 2000 años sin que se le haya realizado corrección alguna, aunque sí pequeñas modificaciones. A esos trece libros se le añadieron dos más, uno sobre un trabajo de Hipsicles (S. II d.c.), y otro de menor importancia.

Los Elementos reúne todos los conocimientos acumulados desde la época de Tales, con autores de la talla de Hipócrates de Quíos. Pero en esta obra Euclides corona las investigaciones sobre geometría realizadas hasta la época, ya que perfecciona los ensayos anteriores, seleccionando las proposiciones fundamentales y coordinándolas de nuevo empleando una lógica deductiva. Muchas de las definiciones que realiza, como las de los distintos tipos de triángulos y otros elementos, las seguimos empleando hoy en día.



"Los seis libros primos de la Geometría de Euclides" (Sevilla, 1576).
Primera edición española de los Elementos de Euclides

De los trece libros que la componen, los seis primeros corresponden a lo que se entiende todavía como geometría plana o elemental. En ellos Euclides recoge las técnicas geométricas utilizadas por los pitagóricos para resolver lo que hoy se consideran ejemplos de ecuaciones lineales y cuadráticas. También incluyen la teoría general de la proporción, atribuida tradicionalmente a Eudoxo.

Los libros del siete al diez tratan de la teoría de números, estando el décimo basado principalmente en el trabajo de Teeteto sobre los números irracionales, pero con teoremas modificados para que encajaran en la definición de proporcionalidad de Eudoxo.

Los tres últimos libros se ocupan de la geometría tridimensional de los sólidos. Basándose en un tratado de Teeteto, los culmina con la construcción de los cinco poliedros regulares y sus esferas circunscritas.

Los Elementos de Euclides es notable por la claridad con la que se exponen y demuestran los teoremas. Su nivel de rigor se convertiría en la meta de los inventores del cálculo siglos después.

La influencia posterior de esta obra de Euclides fue decisiva; tras su aparición, se adoptó de inmediato como libro de texto ejemplar en la enseñanza inicial de la matemática, con lo cual se cumplió el propósito de Euclides. Más allá, incluso, del ámbito estrictamente matemático, fue tomado como modelo, en su método y exposición, por autores como Galeno, para la medicina, o Espinoza, para la ética.

De hecho, Euclides estableció lo que, a partir de su contribución, había de ser la forma clásica de una proposición matemática: un enunciado deducido lógicamente a partir de unos principios previamente aceptados. En el caso de Los Elementos, los principios que se toman como punto de partida son veintitrés definiciones, cinco postulados y cinco axiomas o nociones comunes.

En Euclides se encuentra una cierta preocupación a la hora de justificar las reglas matemáticas empleadas en los cálculos matemáticos. Así como un intento de justificar mediante una definición las operaciones que aparecen en estos cálculos.

Sin embargo, se observa como este proceso hacia el rigor, va acompañado en Euclides de un estancamiento e incluso en algunos puntos, de un retroceso en las técnicas del cálculo algebraico.

Euclides también escribió los siguientes libros que sobreviven:

- Los Datos (con 94 proposiciones): Podría ser un texto auxiliar o complementario de Los Elementos, ya que está relacionado con los libros I al IV, y con la práctica del análisis geométrico como técnica para la resolución de problemas. En él revisa qué propiedades de las figuras pueden deducirse cuando se dan otras.

- Óptica: Es la primera obra griega sobre perspectiva. También estudia la visión directa, contrastando con la geometría de los rayos reflejados (catóptica), y de los rayos refractados (dióptrica). Pero se vio posteriormente superada por la Óptica de Tolomeo (S. II d.c.).

- Fenómenos: Introducción a la astronomía matemática teórica, que se basa en la geometría esférica elemental, dando resultados sobre los momentos en que las estrellas en cierta posición saldrán y se pondrán.

Otros libros de Euclides que se han perdido son: Sobre divisiones de figuras, Lugares, sobre geometría de superficies (dos libros), Purismos, una obra de tres libros con 171 teoremas y lemas (según Pappo), Cónicas (cuatro libros), Libro de falacias y Elementos de música.

7. Arquímedes (287 – 212 a.c.)



Matemático y físico griego nacido en Siracusa (Sicilia), donde pasó la mayor parte de su vida. Fue un gran erudito, y es muy conocido por sus ingeniosos inventos, por lo que es considerado el científico más célebre de la antigüedad.

Ya en la antigüedad, Plutarco le atribuyó una "inteligencia sobrehumana", y su fama nació tanto de sus contribuciones teóricas, realizando cálculos muy complejos, como de sus habilidades técnicas en ingeniería civil y militar, desarrollando gran cantidad de inventos,

como es el caso de la polea, espejos parabólicos, el uso de palancas, o del invento de la rueda dentada y la catapulta, que tanto éxito tuvo entre los generales de la época y posteriores, hasta la aparición de la pólvora.

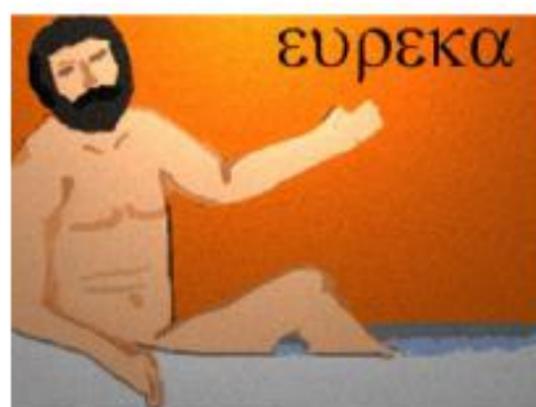
Arquímedes era hijo de Fidas, un astrónomo quien probablemente le introdujo en la disciplina matemática. Estudió en Alejandría (Egipto), donde tuvo como maestro a Conón de Samos y entró en contacto con Eratóstenes. Allí creó su primer gran invento, la "coclea" o "tornillo sin fin", una máquina helicoidal que servía para elevar las aguas mediante una manivela, y poder regar así ciertas regiones del Nilo donde no llegaba el agua durante las inundaciones.

Regresó luego a Siracusa donde se dedicó de lleno al trabajo científico, alternando inventos mecánicos con estudios de mecánica teórica y altas matemáticas.

A Arquímedes se le conocen varias anécdotas. La más divulgada, relatada por Vitruvio, se refiere al método que utilizó para comprobar si existió fraude en la confección de una corona de oro encargada por Hierón II, tirano de Siracusa y protector de Arquímedes. La dificultad estaba en que debía averiguar si toda su composición era de oro puro, pero sin destruir ni fundir la corona.

Fue en un establecimiento de baños donde Arquímedes advirtió que el agua se iba desbordando de la bañera a medida que se introducía en ella. Esta observación le inspiró la idea que le permitió resolver la cuestión que le planteó el tirano. Y se cuenta que, impulsado por la alegría, corrió desnudo por las calles de Siracusa hacia su casa gritando "Eureka! Eureka!", es decir, "¡lo encontré! ¡lo encontré!".

La idea de Arquímedes está reflejada en una de las proposiciones iniciales de su obra *Sobre los cuerpos flotantes*, pionera de la hidrostática, y posteriormente generalizada a todos los fluidos.

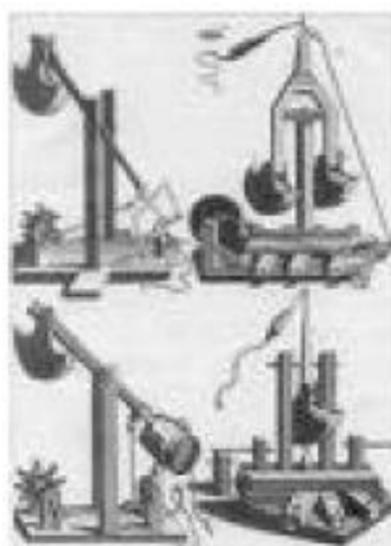


Se corresponde con el famoso principio que lleva su nombre: "Todo cuerpo sumergido en un líquido pierde una parte de su peso, o sufre un empuje de abajo arriba, igual al del volumen de agua que desaloja. Si el peso del objeto es menor que el del agua que ocupa el mismo volumen, el cuerpo flota. Si es igual, permanece en equilibrio hundido en el líquido, y si es mayor se hunde."

Haciendo uso de lo anterior es posible calcular la ley de una aleación, lo cual le permitió descubrir que, como sospechaban, el orfebre había cometido fraude.

Según otra anécdota famosa, recogida entre otros por Plutarco, Arquímedes aseguró al tirano que si le daban un punto de apoyo conseguiría mover la Tierra. Entonces fue retado por el rey a que pusiera en práctica su aseveración. Y Arquímedes logró, sin apenas esfuerzo, poner en movimiento un navío de tres mástiles con toda su carga mediante un complicado sistema de poleas.

La tradición le atribuye toda serie de célebres ingenios bélicos que, según se dice, permitieron a Siracusa resistir durante tres años el asedio romano antes de caer ante las tropas de Marcelo.



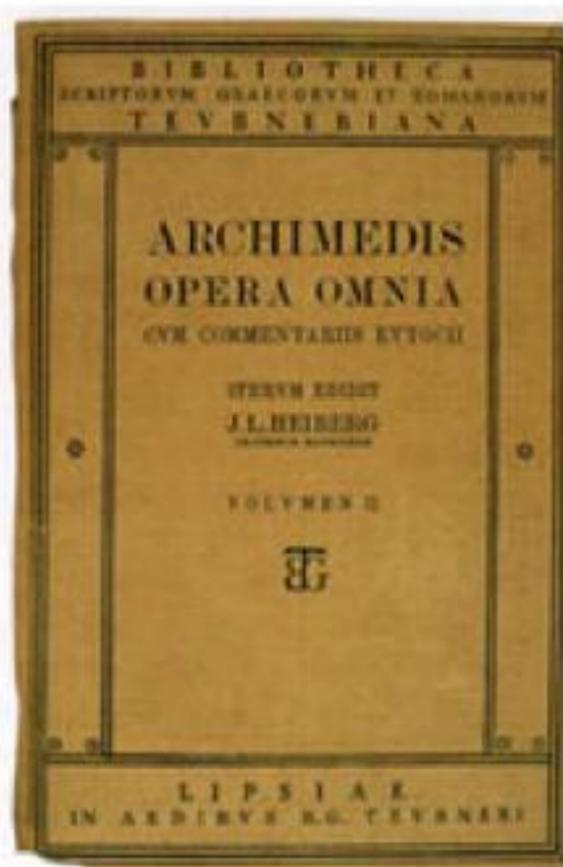
Según Plutarco, ideó toda suerte de ballestas y catapultas que podían lanzar grandes proyectiles; máquinas con cabrestantes y con brazos articulados capaces de atrapar y levantar en el aire o estrellar contra las rocas las naves enemigas; espejos parabólicos capaces de concentrar los rayos solares sobre esas mismas naves hasta incendiarlas, etc.

El general romano Marcelo sentía tal admiración por el ingenio de Arquímedes que, cuando finalmente tomaron Siracusa, dio órdenes expresas de que se respetara al matemático. Pero se cuenta que a pesar de ello un soldado mató a Arquímedes por resistirse éste a abandonar la resolución de un problema matemático dibujado en la arena en el que estaba inmerso. Esta escena fue encontrada en un mosaico hallado en la ciudad de Herculano.

Las obras de Arquímedes suelen clasificarse dentro de tres grupos característicos:

Escritos matemáticos para la demostración de proposiciones sobre áreas y volúmenes de figuras limitadas por líneas o superficies curvas: *Sobre la medida del círculo*, *Sobre la cuadratura de la parábola*, *Sobre la esfera y el cilindro*, *Sobre espirales*, *Sobre conoides y esferoides*.

- Obras sobre el planteamiento y la resolución geométrica de problemas de estática e hidrostática, o que se sirven de consideraciones mecánicas en el tratamiento de cuestiones geométricas: Sobre el equilibrio de planos I y II, Sobre los cuerpos flotantes I y II, Método (carta a Eratóstenes sobre el método relativo a las proposiciones mecánicas).
- Trabajos de miscelánea matemática: Arenario, donde inventa un sistema de numeración que le permita expresar números muy grandes, El problema de los bueyes, y Stomachion.



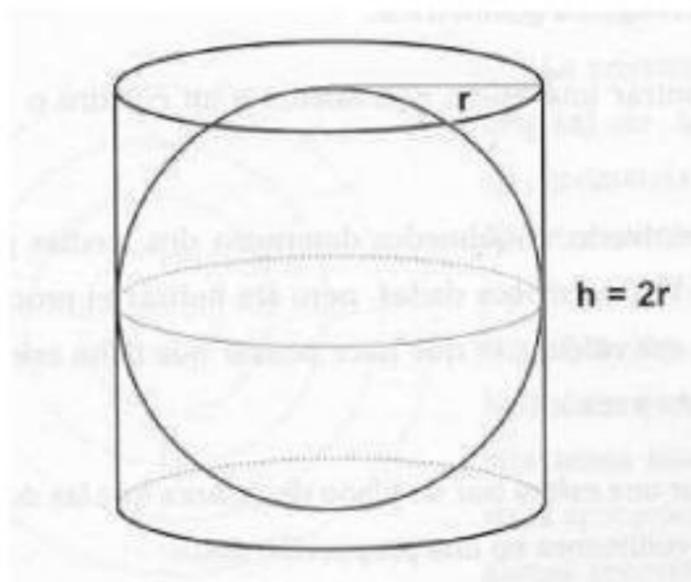
Portada de la Edición de Heiberg de las obras de Arquímedes editadas entre 1910 -13 (incluye el método recién descubierto en 1906).

En su obra se integra la doble tradición matemática griega: calculística y métrica por un lado, y deductiva y “axiomatiforme” por otro.

El trabajo de Arquímedes por convertir la estática en un cuerpo doctrinal riguroso es comparable al realizado por Euclides con el mismo propósito respecto a la geometría.

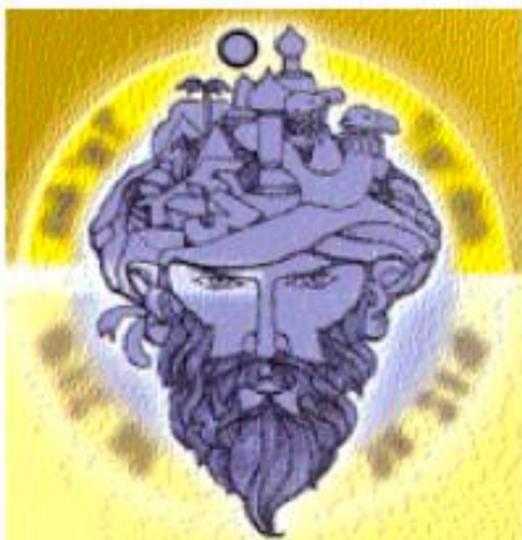
Este esfuerzo se refleja especialmente en dos de sus libros: en Sobre el equilibrio de planos, donde fundamentó la ley de la palanca deduciéndola a partir de un número reducido de postulados, y determinó el centro de gravedad de paralelogramos, triángulos, trapecios, y el de un segmento de parábola.

Por otro lado en la obra *Sobre la esfera y el cilindro*, donde utilizó el método denominado de exhaustión, precedente del cálculo integral, para determinar la superficie de una esfera y para establecer la relación entre una esfera y el cilindro circunscrito en ella.



Este último resultado pasó por ser su teorema favorito, que por expreso deseo suyo se grabó sobre su tumba, hecho gracias al cual Cicerón pudo recuperar la figura de Arquímedes cuando ésta había sido ya olvidada.

8. Brahmagupta (598 – 665 d.c.)



Astrónomo y matemático indio, es, sin duda, el mayor matemático, de la antigua civilización india.

Desarrolló su actividad en el noroeste de la India y resumió sus conocimientos astronómicos en su libro *Brama Sphuta Siddhanta* escrito en el año 628, en el que rechazaba la rotación de la tierra.

En él calcula la primera aproximación al número pi, adoptando como radio del círculo el valor 3270 en vez de 3438 de Aryabhata. Pero mezcla indiscriminadamente resultados correctos e incorrectos a la hora de calcular el "área bruta" de los triángulos isósceles y escaleno. En cambio para hallar el "área exacta" utiliza la fórmula de Arquímedes-Herón.

Uno de los resultados más bellos de Brahmagupta es su generalización e la "fórmula de Herón" para calcular el área de un cuadrilátero, pero se ve empañado por su fracaso en darse cuenta de que dicha fórmula sólo es correcta en el caso de un cuadrilátero cíclico.

El rasgo más importante de la obra de Brahmagupta es la aplicación de métodos algebraicos a los problemas astronómicos, ofreciendo un método para la resolución de ecuaciones indeterminadas de primero y segundo grados. Este método, casi moderno, admite resultados negativos.

Usa abreviaciones para las indeterminadas, usualmente la letra inicial de un color, y a veces resolvía problemas con más de una indeterminada.

Estas contribuciones de Brahmagupta al álgebra son mucho más importantes que sus reglas para el cálculo de áreas, ya que encuentra soluciones generales de ecuaciones cuadráticas incluyendo las dos raíces, aún en casos de que una de ellas es negativa.

Por ejemplo, fue el primero en dar una solución general (es decir, todas las soluciones enteras) a la ecuación diofántica lineal $ax + by = c$, con a , b y c enteros. También estudió la ecuación diofántica cuadrática $x^2 = 1 + py^2$.

La primera vez que aparece sistematizada la aritmética de los números negativos y del cero es en la obra de Brahmagupta. Dedujo que los números podían tratarse como pertenencias o como deudas. Con este símil fue capaz de deducir la regla de los signos, la suma de dos pertenencias es una pertenencia,



de dos deudas es una deuda, de una deuda y una pertenencia, su diferencia, y son iguales cero. El producto de dos pertenencias o dos deudas es una pertenencia, y así sucesivamente.

9. El autor

Licenciado en Matemáticas. Universidad de Sevilla. (2001)

Experiencia docente:

Profesor en la Universidad de Sevilla en el Master de Tecnologías de Análisis para la Sociedad de la información.

Profesor de Matemáticas y Ciencias de la Naturaleza de Educación Secundaria Obligatoria en el IES Mariana de Pineda (Dos Hermanas/Sevilla).



Amplia experiencia impartiendo clases en academias y a particulares de matemáticas a distintos niveles educativos, principalmente a niveles de secundaria obligatoria, bachillerato y universidad.

Elaboración de programaciones y unidades didácticas. Conocimiento de la estructura, objetivos y contenidos del sistema educativo.

Impartición de cursos sobre aprendizaje de distintas aplicaciones informáticas a sus usuarios finales en la Junta de Andalucía.

Otra Experiencia Profesional:

Septiembre 2001 / Junio 2005: Tareas de análisis y programación de aplicaciones en entorno Oracle 9i para la Junta de Andalucía.

Junio 2005 / Septiembre 2007: Tareas de análisis y programación de aplicaciones en entorno Oracle 9i y Cobol para el Servicio Andaluz de Salud.

Marzo 2001 / Febrero 2004: Tareas de consultaría para la aplicación S.R.P. de la Consejería de Justicia de la Junta de Andalucía.

Formación:

Octubre 2004 - Marzo 2005: Curso de Adaptación Pedagógica (C.A.P.) en el Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad Complutense de Madrid.

Máster en Tecnologías de Análisis para la Sociedad de la Información - Universidad de Sevilla (Edición 2003- 2004)

Título de Experto Universitario en Tecnologías de Análisis para la Sociedad de la información (Edición 2001 - 2002).

Curso Superior de Capacitación en las Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación. (Periodo: 01/10/2001-23/01/2002, Duración: 400 horas) Organizado por la Consejería de Empleo y Desarrollo Tecnológico de la Junta de Andalucía).

Correo electrónico: f_flores_gil@hotmail.com