Anna Cerasoli

# TODOS DE FIESTA CON EL NÚMERO PI

*Ilustraciones:*
Federico Mariani

*Traducción:*
Teresa Clavel

MAEVA young

# INSTRUCCIONES DE USO

*«¡El 14 de marzo, fiesta del número Pi, es una ocasión fantástica para hablar de matemáticas!» Con ese espíritu empecé a escribir* Todos de fiesta con el número Pi. *El libro va dirigido a estudiantes a partir de quinto de primaria, pero también a lectores adultos interesados en descubrir la belleza y utilidad de la asignatura de matemáticas. El texto tiene varios niveles de lectura; por eso está dividido en tres partes, que se pueden leer de manera independiente.*

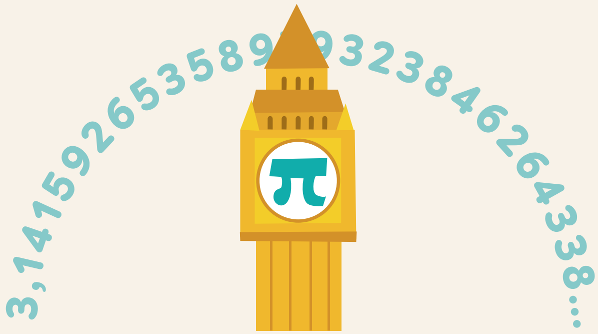
*En la parte dedicada específicamente a Pi, hablo sobre el nacimiento de este número, el más famoso y fascinante de la historia de las matemáticas, sobre sus aplicaciones y secretos. Además de abordar el aspecto matemático, recurro a episodios históricos y mitológicos, anécdotas y también cosas de la vida cotidiana.*

*En paralelo, como una especie de hipertexto en papel, discurren dos tipos de recuadros, de diferente color, con temas relacionados con la narración principal:*

**recuadros azules***, en los que propongo actividades para organizar la fiesta y juegos sencillos, muy útiles para consolidar los conocimientos recién aprendidos, así como curiosidades inherentes a los temas tratados;*

**recuadros naranja***, dirigidos a los profesores y los lectores más motivados, en los que me detengo en los aspectos más complejos, profundizo en ellos o incorporo algún concepto interesante. Por ejemplo, muestro que algunos teoremas de geometría, en apariencia áridos e insignificantes, se encuentran en la base de importantes descubrimientos útiles para nuestra vida. Además, planteo algunos interrogantes matemáticos para los más voluntariosos.*

*Anna Cerasoli*




En la notación anglosajona, la fecha
del **14 de marzo** presenta esta secuencia
de números:

**3 1 4**

¡Y esas son también las tres primeras cifras
de la constante llamada **número Pi**, **π**, el número
más famoso de la historia de las matemáticas!
Es una ocasión fantástica para dedicarle
este día y descubrir lo presente que está
esta asignatura en nuestra vida cotidiana...

**¡QUE OS DIVIRTÁIS!**


# LA CUNA DE PI

MAR NEGRO
PÉRGAMO
ATENAS
TIRO
MEDITERRÁNEO
ALEJANDRÍA

1

# TODOS DE FIESTA CON EL NÚMERO PI

En toda fiesta que se precie, el momento más importante, el más esperado, es la entrada en escena del agasajado: aplausos, felicitaciones, buenos deseos... Pero, más vale decirlo cuanto antes: en nuestra fiesta es inútil esperar ese momento, no llegará, es imposible que llegue. ¿Y por qué?, os preguntaréis.

Se trata de un obstáculo insuperable, pues la aparición del protagonista en el escenario transformaría ese momento en la **eternidad**. Y no puede ser de otro modo, porque el número al que queremos agasajar **tiene principio, pero no tiene fin**. Aparecería así

3,14159265358979323846264338327950

y continuaría con más y más cifras, indefinidamente. Los participantes en la fiesta envejecerían esperando verlo completo, serían reemplazados por invitados más jóvenes, quienes, a su vez, podrían quedarse allí toda su vida sin asistir a su final, y así hasta el infinito.

Ese es el motivo por el que, al no poder ni escribirlo ni leerlo entero, los matemáticos tuvieron que asignarle un nombre. Lo llamaron **Pi**, y en su lugar escriben este símbolo:

$$\pi$$

la letra griega que corresponde a nuestra P.

# ¡POR LAS MATEMÁTICAS!

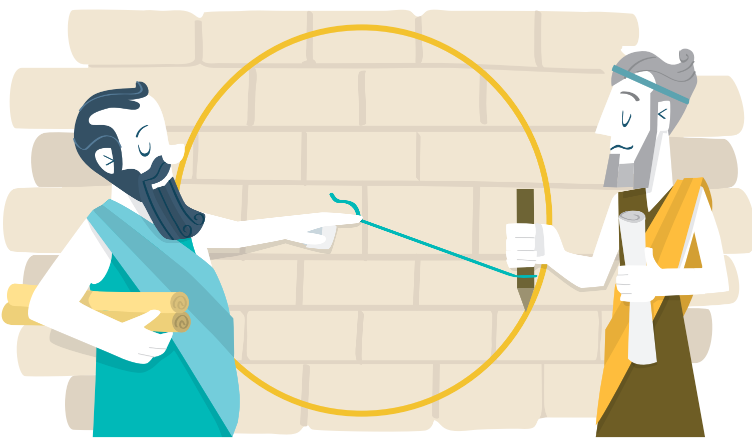
Antes de comenzar el relato de esta aventura, ¿qué os parece si dedicamos las próximas páginas a las matemáticas?

Recurriremos a la ayuda de las cifras del número Pi para dar ritmo a nuestra frase: cada cifra de la serie establecerá la longitud de la palabra correspondiente.

**OÍR (3) A (1) UNOS (4) Y (1) OTROS (5)**
**FILÓSOFOS (9) DA (2) MUCHOS (6)**
**GOCES (5), CON (3) ESTAS (5),**
**PERSONAS (8) SENSIBLES (9), LÚCIDAS (7)**
**JUICIOSAS (9), VES (3) LA (2) LUZ (3)**
**ILUMINAR (8) TODA (4) VERDAD (6).**

¡Ahora os toca a vosotros!
Intentadlo también en inglés, ¡esta fiesta es internacional!

¿Por qué precisamente la P? Porque es la inicial de **perímetro**, la longitud de la línea que delimita una figura geométrica, y, como veremos, nuestro Pi mide una figura muy especial.
Ya en la Antigüedad, conocían las fórmulas para calcular el perímetro del cuadrado, del rectángulo, del triángulo..., pero no sabían cómo calcular el del **círculo**; es decir, la **longitud de su circunferencia**.
Los valientes pensadores, que se atrevían a enfrentarse a los problemas más difíciles armados únicamente con el intelecto, se empecinaron en afrontar el reto.
La pregunta era la siguiente: si fijo un cordel en un punto y, manteniéndolo tenso, doy una vuelta completa con el extremo opuesto al que he atado un punzón, ¿qué longitud tendrá la marca circular dejada por la punta del punzón?



No era una cuestión de poca importancia, si, por ejemplo, en el lado interior de ese surco alguien quería construir una cabaña donde vivir con toda su familia.
Y si alargo el cordel, pongamos el doble, ¿cuánto se alargará la marca?
¡Pues será precisamente Pi quien nos lo diga!

# LA FIESTA

Aunque el agasajado tiene más de 2.000 años, la historia de su fiesta es reciente.

La idea de dedicarle el **14 de marzo** a Pi se le ocurrió a un físico estadounidense, Larry Shaw, porque en la notación anglosajona esa fecha se escribe con las tres primeras cifras del número: 3 y 14. Fue en 1988, y en el Exploratorium de San Francisco, el mayor museo de ciencia de Estados Unidos, hubo música y juegos para agasajar a este número tan especial y fascinante.

En 2009, el presidente Obama proclamó el 14 de marzo fecha oficial para festejar $\pi$, una celebración que «anime a los jóvenes al estudio de las matemáticas». En la actualidad, la fiesta se ha extendido a todo el mundo y, gracias al lenguaje universal de esta ciencia, aúna a personas de todos los países, todos los colores y todas las lenguas.

## 2

# EL PADRE DE PI

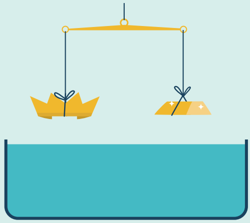
Hacía mucho que los hombres habían dejado de vivir en cavernas o en tiendas. Ya habían aprendido a construir casas de piedra o de ladrillo, incluso habían levantado pirámides majestuosas, pero la medida de esa línea circular seguía siendo un problemón. Hasta que llegó **Arquímedes**: un genio, tal vez el más grande de todos los tiempos. Vivía en Siracusa, en Sicilia, cuando faltaban más de 200 años para el comienzo de la era cristiana, o sea, **hace más de 2.200 años**. Su padre era el astrónomo de la corte y le había enseñado desde pequeño a jugar con los números, a reflexionar, a no amedrentarse frente a los problemas, a corregir los errores sin desanimarse. Con estas enseñanzas, Arquímedes se había convertido en un verdadero ingeniero, en el sentido de que usaba el ingenio y el conocimiento. Incluso había inventado un sistema para mandar el agua desde abajo hacia arriba, y los campesinos se lo agradecían de todo corazón cada vez que utilizaban su artilugio para regar los campos sacando el agua del río.

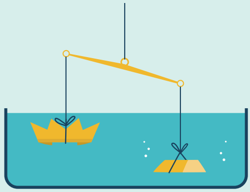
¡Y para los marinos había ideado un mecanismo que les permitía botar los barcos con una sola mano! Pero vayamos ahora con nuestro Pi, seguro que estáis impacientes por conocerlo.

# ARQUÍMEDES DETECTIVE

Este es el relato, realizado por el historiador Vitruvio, de cómo Arquímedes empleó su intuición para desenmarañar un buen enredo cuyo objetivo era engañar a **Hierón,** soberano de Siracusa.
La cosa fue así: el orfebre de la corte, encargado de hacer una nueva corona de **oro macizo**, había pensado aumentar sus ganancias utilizando un metal menos caro, la plata, y cubriéndolo con una fina capa de oro. Sin embargo, a Hierón le entraron algunas dudas sobre la honradez del orfebre y llamó a Arquímedes para que indagase. Ahora bien, ¿cómo se podía llegar a descubrir la verdadera naturaleza del metal sin romper la corona?
Arquímedes no se desanimó: la idea se le ocurrió mientras se bañaba, y movido por la alegría de haber encontrado la solución, salió de la bañera gritando: **«¡Eureka, Eureka!»**, que en griego, su lengua, significa: «¡Lo encontré, lo encontré!». Una bonita imagen que ha pervivido para simbolizar ese vivir en las nubes atribuido a los científicos.

Arquímedes se había dado cuenta de que **un cuerpo sumergido en un líquido recibe un empuje de abajo arriba equivalente al peso del volumen del líquido desalojado.** Así que consiguió un lingote de oro del mismo peso que la corona, colgó esta última de uno de los brazos de una balanza y el lingote del otro, y lo sumergió todo en agua.
¿Qué ocurrió?
El brazo del que colgaba la corona se elevó, revelando que el empuje recibido por esta era mayor que el recibido por el lingote: la corona había desalojado más agua que el otro objeto. Eso significaba que el volumen de la corona era mayor que el del lingote, aun cuando el peso fuera el mismo.
Por lo tanto, lingote y corona no estaban hechos del mismo material: ¡si lo hubieran estado, el volumen de los dos objetos habría sido idéntico! Así fue como, además de la falta de honradez del orfebre, Arquímedes descubrió una gran **ley de la física.** ¡Desde sus nubes, lo había visto muy claro!





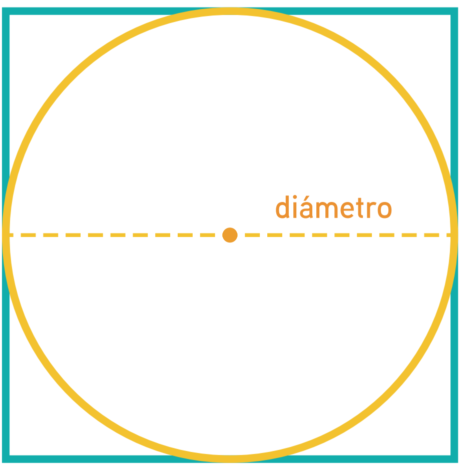
3

# DOS NÚMEROS GUARDIANES

Debido a sus éxitos, Arquímedes era tenido en gran consideración, tanto por Hierón, el soberano de la ciudad, como por todos los demás habitantes de Siracusa.

Su vida transcurría entre descubrimientos, invenciones y demostraciones públicas. No obstante, aquel perímetro extraño que escapaba a todo conocimiento seguía atormentándolo. De modo que, en cuanto tenía un poco de tiempo, se ponía a dibujar y a pensar. Se había hecho un bonito **compás** con el que trazaba circunferencias de diferentes longitudes.

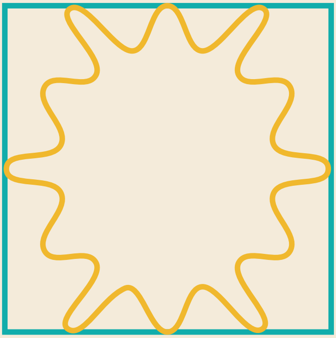
Alrededor de una de ellas, dibujó un **cuadrado**.



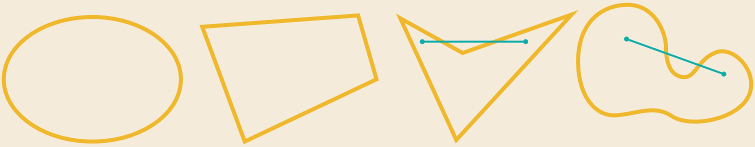

Y se dijo: «El perímetro de este cuadrado tiene una longitud igual a 4 veces su diámetro, eso lo ve hasta un niño... Por lo tanto, la circunferencia que está en su interior debe tener forzosamente una longitud menor que el cuádruplo de su diámetro».

# ¿CÓNCAVA O CONVEXA?

¿Estamos completamente seguros de que el perímetro de toda figura inscrita dentro de otra es menor que el de la figura que la contiene? En este caso no parece que sea así...



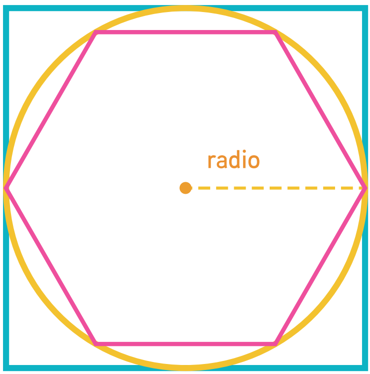
Esto sucede porque la figura interior no es **convexa**, sino **cóncava**, como las dos últimas de aquí abajo.



Las figuras cóncavas tienen esta característica: al menos dos de sus puntos se hallan unidos por un segmento que no está todo él dentro de la figura.

No es mucho, ¡pero algo es!
«Vale –pensaréis–, si el diámetro mide 1 metro de largo, la circunferencia medirá menos de 4 metros, pero ¿cuánto menos?»
Es verdad, una longitud menor de 4 metros podría ser de solo 1 metro, o menos aún.

Arquímedes pensó lo mismo, así que dibujó una figura dentro de la circunferencia, y en esta ocasión eligió un **hexágono**. Evidentemente, la longitud de la circunferencia no podía ser menor que el perímetro del hexágono inscrito en ella, así que bastaba con averiguar ese valor.




Había elegido el hexágono porque sabía que la longitud de cada uno de sus lados es la misma que el radio de la circunferencia y, por lo tanto, resulta fácil calcular su perímetro: ¡es 6 veces el radio, o sea, 3 veces el diámetro (véase p. 18)!
Esto le permitió afirmar lo siguiente:

## LA LONGITUD DE UNA CIRCUNFERENCIA ES MAYOR QUE 3 DIÁMETROS Y MENOR QUE 4 DIÁMETROS

Aún no sabía cuál era esa longitud, es verdad, pero había encontrado dos **«números guardianes»** que la aprisionaban para que fuese menos huidiza.

# BARCOS, PECES Y GLOBOS

¿Qué tienen en común un barco –que, aunque sea de hierro, flota–, un globo suspendido en el aire y un pez que sube desde el fondo del mar hacia la superficie? **¡El principio de Arquímedes!** Como vimos en la página 13, según este principio, un cuerpo parcial o totalmente sumergido en un fluido recibe un empuje de abajo arriba igual al peso del fluido desalojado (el término «fluido» hace referencia a líquidos y gases). Esto significa que cualquier objeto que pese, por ejemplo, 1 kg, podrá flotar en el agua si, con su volumen, consigue desalojar 1 litro, que pesa exactamente 1 kg.

El **globo** contiene en su interior un gas más ligero que el aire, como el helio, o bien aire caliente. De ese modo, recibe un empuje igual al peso del aire desalojado: permanecerá suspendido, sin caer, si el empuje iguala su peso.

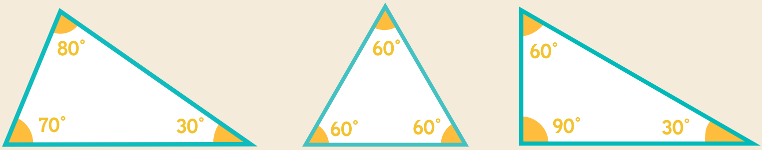
El **barco**, con sus cavidades, está construido de modo que el volumen del agua desalojada tenga un peso igual al peso de todo el barco. ¡Ahí tenéis de dónde llega el empuje que lo sostiene!

Casi todos los **peces** (excepto el tiburón) poseen una vejiga interior que contiene aire. Dado que este aire es más ligero que el mismo volumen de agua cuyo espacio ocupa, el pez recibe un empuje hacia arriba. Si el pez quiere cambiar de posición respecto al fondo, tendrá que modificar dicho empuje modificando el volumen de aire contenido en su vejiga natatoria.

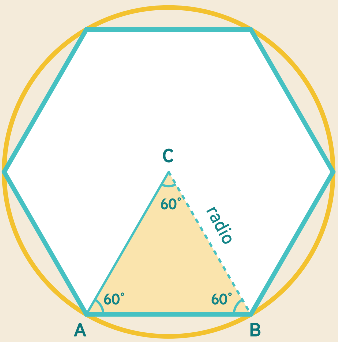
# UN TEOREMA FUNDAMENTAL

## EN UN PLANO, LA SUMA DE LOS ÁNGULOS INTERNOS DE CUALQUIER TRIÁNGULO MIDE SIEMPRE 180º.

Este es uno de los **teoremas más importantes formulados por Euclides** (deriva directamente del V postulado).




Precisamente este hecho es lo que nos garantiza que el lado del hexágono inscrito en una circunferencia tenga la misma longitud que su radio. ¿Por qué?



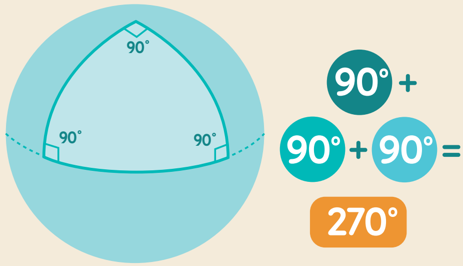

Pensemos en uno de los triangulitos que componen el hexágono (el mismo razonamiento vale para todos los demás):

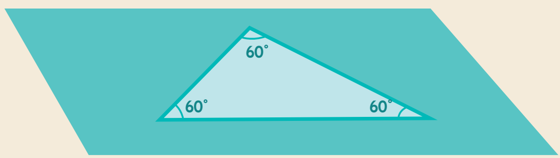
- la amplitud del **ángulo en C** es de 60° porque es 1/6 del ángulo completo, que mide 360°;
- los dos lados **AC** y **BC** son iguales entre sí porque son radios; por lo tanto, es un triángulo **isósceles;**
- en un triángulo isósceles, los ángulos de la base son iguales, lo cual, haciendo las debidas operaciones (180° – 60° = 120°: 2 = 60°), nos indica que los **tres ángulos** son **iguales**.
- otro teorema nos dice que, si un triángulo tiene todos los ángulos iguales, tiene también todos los **lados iguales**; por lo tanto

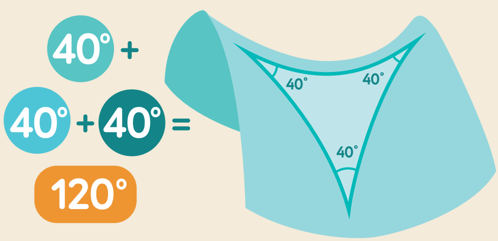
**AB = AC = BC**

Conclusión: **¡el lado del hexágono es igual al radio!**
¿Has visto lo importante que es saber que la suma de los ángulos internos de un triángulo mide 180°?

Pero cuidado, si el triángulo se encuentra en una superficie esférica o elíptica (como una silla de montar), la suma de sus ángulos internos no mide 180°.




Así que el castillo de los teoremas de Euclides se viene abajo, incluido el que acabamos de demostrar sobre la igualdad entre el lado del hexágono y el radio de la circunferencia dentro de la que se halla inscrito. Las geometrías esféricas y elípticas reciben el nombre de **geometrías no euclidianas** precisamente porque en ellas el V postulado de Euclides no es válido.