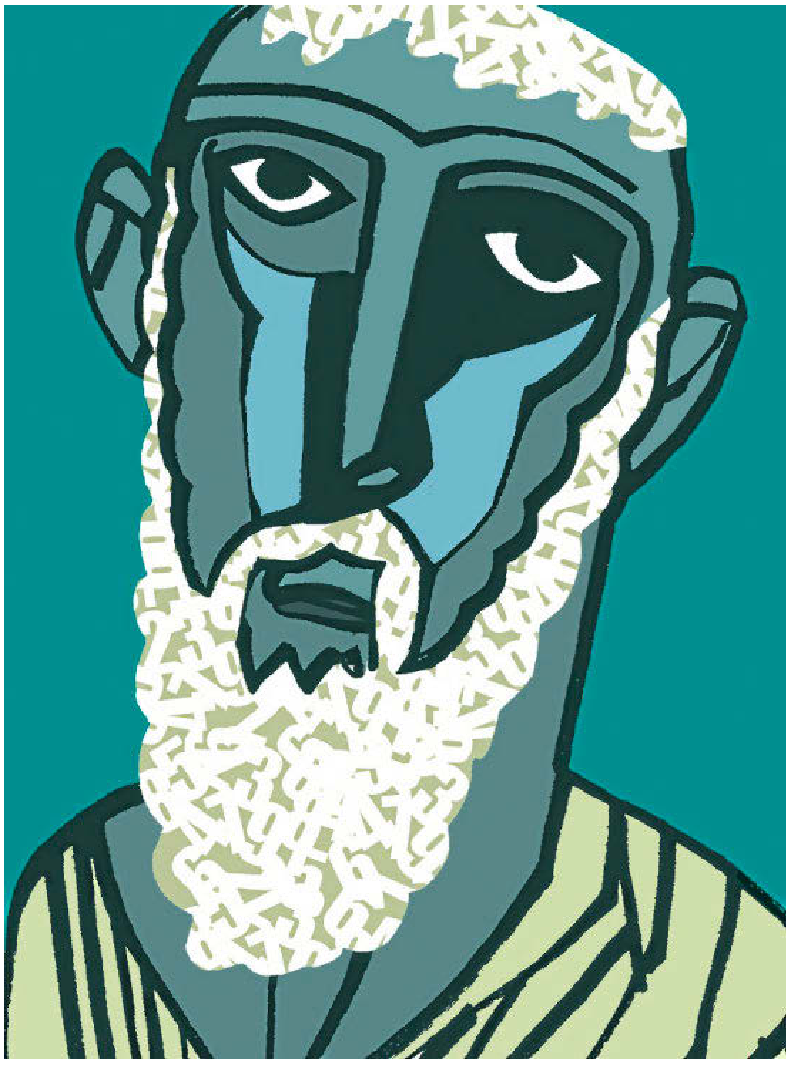
TRIBUNA | CIENCIA Con motivo del día del número pi (π), que se celebra el 14 de marzo, el autor analiza las sorprendentes propiedades de este número y reflexiona sobre el sentido de las matemáticas en el estudio de la naturaleza.

El número π y la esencia de las cosas

RAFAEL BACHILLER



JAVIER OLIVARES

HACE AHORA 30 años que viene celebrándose el día de π en el 14 de marzo, 3/14 en la notación anglosajona (mes/día) para las fechas. La celebración surgió en San Francisco, pero ha ido extendiéndose por todo el mundo. En los países en los que no seguimos esta notación anglosajona quizás fuese más adecuado recordar los portentos de π mientras celebramos el cumpleaños de Einstein, quien, por una feliz coincidencia, nació en un día de π: el 14 de marzo de 1879.

¿Por qué el número ha fascinado a la humanidad desde hace más de 4.000 años? Brevemente π puede definirse como la razón de la longitud de un círculo a su diámetro, un número próximo a 3,14159. Y esto ya es sorprendente: no importa cuál sea el tamaño del círculo, minúsculo o descomunal, esta razón siempre es la misma. Desde la Antigüedad, el ser humano debió de darse cuenta de que cualquier rueda, al dar una vuelta, avanza una longitud que es algo más del triple de su diámetro. Los babilonios y los egipcios ya calcularon valores para π próximos a 3,14. Pero fue Arquímedes quien, hacia el 250 a.C., mediante un ingenioso método geométrico afinó las estimaciones y acotó el valor de π entre dos números fraccionarios: 223/71 y 22/7. El símbolo π fue introducido en 1706 por el matemático galés William Jones, muy posiblemente para designar el perímetro que, en griego (*periphereia*), comienza con esa letra. Al comienzo del siglo XX ya se conocían unos 500 dígitos de π y, gracias a la potencia de los ordenadores actuales, hoy se conocen más de un billón de sus decimales.

Y es que π es un número irracional. Esto significa que no puede expresarse mediante una fracción, por tanto no tiene un número limitado de decimales como, por ejemplo, le sucede al número 1/4=0,25, que solo tiene dos decimales; ni tampoco sus decimales se hacen repetitivos como le sucede, por ejemplo al número 1/3=0,333333…. A pesar del billón largo de decimales que se conocen de π, nadie ha encontrado en ellos un patrón ordenado. Memorizar los decimales de π es todo un reto, en el año 2006 el ingeniero japonés jubilado Akira Harguchi estableció un récord mundial recitando de memoria sus 100.000 primeros dígitos.

> «Las matemáticas juegan un papel muy profundo, quizás constituyan la última quintaesencia del Universo»

Además de irracional, π es un número transcendente. Esto significa que no puede ser solución de una ecuación algebraica con coeficientes racionales, es decir, π nunca podría ser la solución de una ecuación del tipo $3x^4+4x^2-5=0$. Demostrar que un número es trascendente es muy difícil, en el caso de π esto no se consiguió hasta que el matemático alemán Ferdinand von Lindemann consiguió una prueba en el año 1882. Se sabe hoy, gracias a Cantor, que *casi todos* los números reales son trascendentes pero, paradójicamente, aún hoy se han identificado muy pocos de ellos.

El número π aparece en las situaciones matemáticas más inesperadas. Por ejemplo, Leibniz en 1673 demostró que el resultado de esta serie infinita de sumas y restas: 1 - 1/3 + 1/5 - 1/7 + 1/9-… es exactamente π/4. Por otro lado, la serie infinita 1 + 1/4 + 1/9 + 1/16 + 1/25 + …. suma $\pi^2/6$. El genio indio de las matemáticas, Ramanujan, retratado en la emocionante película *El hombre que conocía el infinito*, vivió cautivado por π durante toda su corta existencia. Ramanujan no tenía formación académica, pero a los 13 años ya formuló sus primeros teoremas y a los 26 (en 1913) dejó asombrados a los profesores de Cambridge con su intuición absolutamente prodigiosa plasmada en 400 páginas de fórmulas y teoremas. Este genio desarrolló cientos de métodos para estimar el valor de π de manera cada vez más aproximada. Algunas de estas fórmulas no han podido ser demostradas hasta hace tan sólo unos años y, sin embargo, siguen utilizándose hoy para encontrar con ordenadores esos millones de millones de decimales de p.

En la estadística también está presente π. El naturalista francés Buffon planteó a mediados del siglo XVIII un célebre problema que es conocido hoy como *la aguja de Buffon*. Se trataba de lanzar una aguja sobre un papel en el que se han trazado rectas paralelas distanciadas entre sí por una longitud igual a la de la aguja. Resulta que la probabilidad de que la aguja toque alguna de las líneas al caer es 2/π. Si se realiza el juego con un gran número de agujas, se tiene un método para estimar π, pues π será igual a 2N/M donde N es el número total de agujas y M el número de ellas que han cruzado alguna línea.

Otra aparición estelar de π es en la identidad de Euler, la que es considerada la fórmula más bella de las matemáticas: $e^{ip}+1=0$. Esta fórmula relaciona los cinco números más importantes de la historia de las ciencias exactas: el 0, el 1, π, la unidad imaginaria i (la raíz cuadrada de -1) y el número de Euler *e* que, como π, es otro número irracional y trascendente que aparece en numerosas situaciones matemáticas.

Se diría que π es imprescindible en la descripción de la naturaleza. Aparece en la mayoría de las ecuaciones que rigen el comportamiento del Universo. Por ejemplo, en el periodo de oscilación de un péndulo, en la tercera ley de Kepler que determina el movimiento de los planetas, en la ley de Coulomb de la fuerza eléctrica, en la permeabilidad magnética del vacío, en las ecuaciones de la relatividad general de Einstein, en el principio de incertidumbre enunciado por Heisenberg en la mecánica cuántica; π parece omnipresente en el mundo.

Sin duda, la presencia de π en las ecuaciones de la física puede asociarse a veces a los círculos, esferas y otras figuras geométricas que existen en la naturaleza, y a la utilización frecuente de coordenadas esféricas que hacemos en el estudio de muchos fenómenos. Pero, aún así, la omnipresencia de π en la descripción de la naturaleza nos lleva a preguntarnos por la importancia de los números en general en el Universo, por el significado de las matemáticas. Las matemáticas ¿son una creación de nuestra mente? ¿son simplemente un lenguaje inventado por el ser humano para describir el mundo?

CUANDO SE considera el número π y otros portentos numéricos, uno tiene tendencia a pensar, sin embargo, que las matemáticas forman parte de la naturaleza. A Galileo, el padre de la ciencia moderna, le gustaba decir que «el libro de la naturaleza está escrito en matemáticas y para leerlo hay que conocer ese lenguaje». En la física clásica, las ecuaciones matemáticas que formulan las leyes parecían limitarse a describir las relaciones entre las magnitudes que representan a los conceptos físicos. Sin embargo, las matemáticas utilizadas en las teorías de la física contemporánea parecen expresar un sentido mucho más ontológico. Por ejemplo, en la teoría de la relatividad expresan la posible conversión de espacio en tiempo, y viceversa, y en la mecánica cuántica los límites del determinismo. Las matemáticas pasan así a jugar un papel muy profundo, parecen expresar las propiedades más fundamentales de lo real. Las matemáticas quizás constituyan la última quintaesencia del Universo. O, tal y como avanzó Pitágoras, «los números contienen la esencia de las cosas».

Rafael Bachiller es astrónomo, director del Observatorio Astronómico Nacional (IGN) y miembro del Consejo Editorial de EL MUNDO.