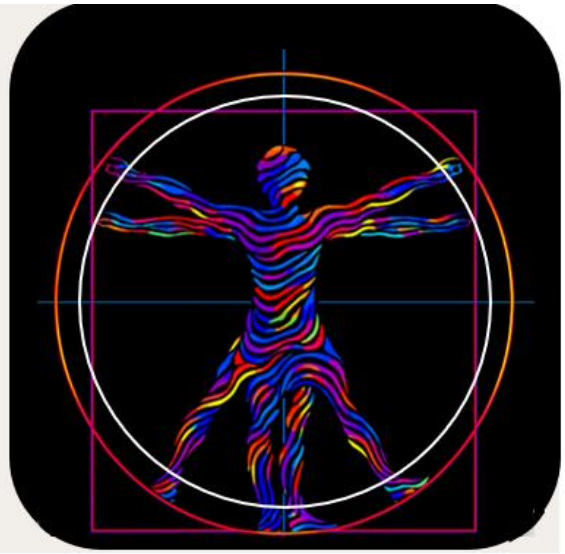


LA CUADRATURA DEL CÍRCULO, …¡SE HA RESUELTO!

Ibo Bonilla Oconitrillo

Por más de 4.000 años no se había resuelto porque, muy antes no había herramientas aritméticas para extraer raíces cuadradas con la geometría elemental o “pura” de la regla y compás y luego vino Lindeman a complicarlo y/o confundir más el problema, demostrando que PI es un número trascendental y por lo tanto su raíz cuadrada no podría ser un número finito como lo exigiría ese criterio anticuado pero bello e intrigante. Luego, me imagino que por tradición o por respeto nadie lo contradijo.

Por otra parte, ahora sabemos que todos los números, incluidos los "enteros" matemáticamente sólo existen en el infinito, cuando el límite de acercamiento tiende al infinito, igual que PI, Phi, e, raíces de números primos y otros.

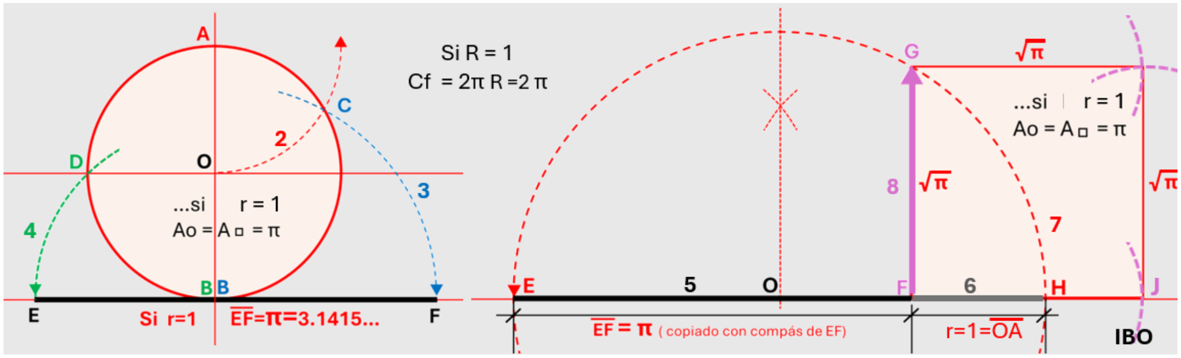
Así que, con regla y compás sí se puede encontrar una muy aceptable aproximación para la cuadratura del círculo, con un margen de error despreciable a escala planetaria (menos de unas cien millonésimas). O sea, que en el mundo 3D todos los números necesariamente son aproximaciones, validas según la escala de referencia y el margen de error admisible.

Por cierto, la cuadratura del círculo consiste en que de un círculo de área o radio dado, derivar un cuadrado con área equivalente usando sólo compás y regla no graduada.

Así que, voy a presentarles una solución tan elegante que, aunque no dominen la geometría ni la aritmética, pueden lograrlo exitosamente, además repasaremos la historia y significados de este famoso problema incluyendo anécdotas famosas y delirantes. Utilidades no, porque no las tiene, a excepción de quitar el sueño.

En ese orden, ...al revés del protocolo académico.

La propuesta más fácil y elegante para resolver la cuadratura del círculo



TRAZOS PASO A PASO:
1-Dibujar un círculo de radio 1 y sus ejes
2-Dibujar arco OC (rojo) con r=1 para fijar punto C
3-Dibujar arco CF (azul) con centro B, fijar punto F
4-Dibujar arco DE (verde) con centro B, fija punto E

Ya está convertida la semicircunferencia con R=1 en el segmento de recta **EF=π=3.1415...** y con un compás se copia al lado para encontrar el cuadrado equivalente en área al círculo inicial

TRAZOS PASO A PASO:
5-Copiar con compás el segmento EF
6-Copiar con compás el r=1 anterior (segmento OA)
7-Dibujar arco HE (rojo) con centro O, fija el punto E
8-Dibujar el segmento FG (lila), fija el punto G

Ya tenemos el cuadrado cuya área equivale a la del círculo con la misma área, con sólo trazar arcos (lilas) con **L = √π = 1.77200...** , con centro en F, G y J

por **IBO**

La **cuadratura del círculo** es uno de los problemas más antiguos, simbólicos e influyentes de toda la historia intelectual humana. Desde los albores de la geometría clásica hasta las especulaciones místicas del Renacimiento, pasando por aspirantes a genios modernos y hasta excéntricos matemáticos del siglo XX, el acto de “cuadrar el círculo” se ha convertido en un emblema del límite entre lo posible y lo imposible, entre lo racional y lo sagrado, entre la matemática pura y la imaginación metafísica.

Aquí muestro un procedimiento clásico sencillo, paso a paso y con un margen de error despreciable a escala planetaria (menos de unas cien millonésimas). Cualquier edificio del planeta Tierra se construye con un margen de error más amplio.

Origen histórico: la obsesión geométrica de la Antigüedad

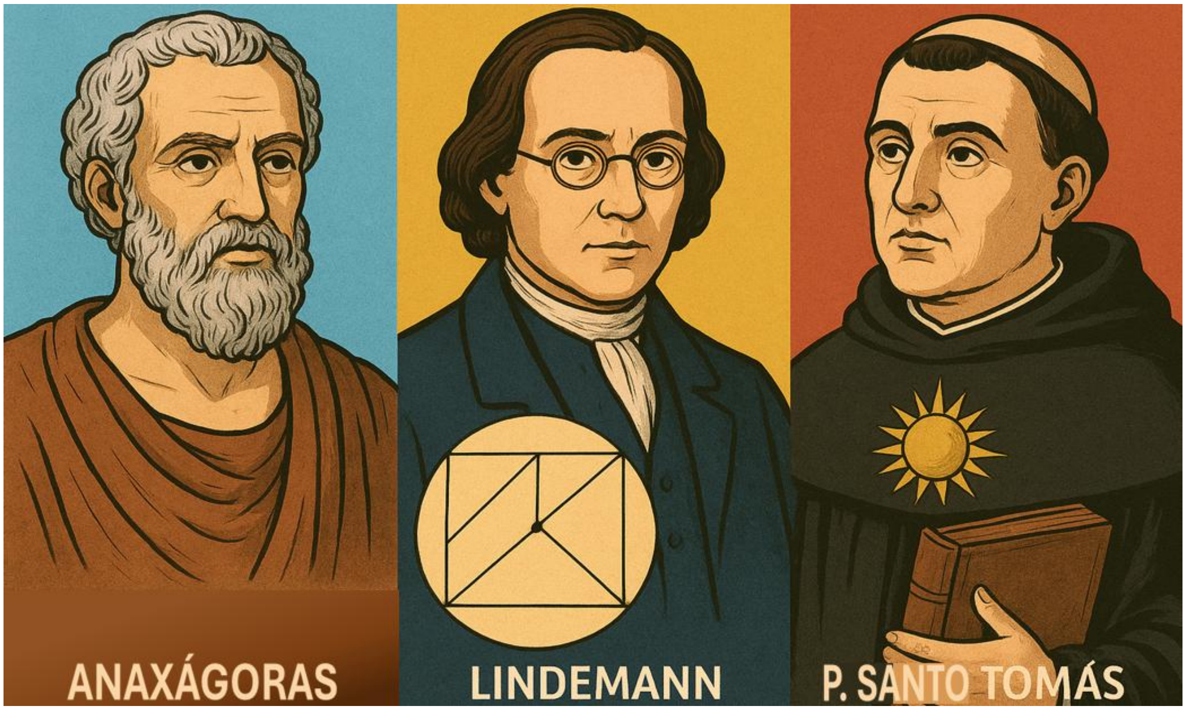
El problema aparece por primera vez en los orígenes mismos de la geometría griega (siglo VI-V a.C.). Para la mentalidad helénica, la perfección matemática estaba ligada a la comprensión profunda del orden cósmico. Resolver el problema equivalía a domesticar la geometría del círculo —símbolo de lo eterno y lo divino— y traducirla al cuadrado —símbolo de lo terrenal y lo racional.

Los tres grandes problemas de la geometría griega

Se consideraba una de las tres “Tareas Clásicas” de la geometría pura:

1. Duplicar el cubo 2. Trisectar el ángulo 3. Cuadrar el círculo

El objetivo era lograr estas construcciones solo con regla no graduada y compás, los instrumentos considerados “puros” por la escuela pitagórica.



Anaxágoras: el prisionero que no se rindió

Anaxágoras de Clazómenas (500-428 a.C.) fue encarcelado por supuesta impiedad. Durante su prisión, dedicó su tiempo a intentar cuadrar el círculo en la arena del suelo de su celda. La imagen del sabio preso tratando de resolver un problema geométrico imposible ha sido repetida durante siglos como símbolo de la devoción filosófica absoluta.

Hipócrates de Quíos y sus “lúnulas”

Hipócrates logró el primer avance histórico importante: cuadró varias lúnulas, figuras creadas por la intersección de arcos circulares. Aunque no resolvió el problema general, su trabajo fue considerado durante siglos como un posible camino hacia la solución completa.

La imposibilidad matemática: π se rebela

Durante casi dos milenios, la cuadratura del círculo resistió todos los intentos. Algunos matemáticos medievales creyeron encontrar construcciones aproximadas (como la de Kochanski), pero ninguna era exacta, aunque la exactitud sólo existe en el infinito lo cual por definición no puede existir en lo tridimensional.

La verdadera razón matemática detrás de esta imposibilidad solo se reveló en el siglo XIX.

El golpe casi final: Lindemann (1882)

En 1882, Ferdinand von Lindemann demostró que π es un número trascendente, es decir, no es solución de ninguna ecuación algebraica con coeficientes enteros.

Esto implica que:

No puede obtenerse mediante un número finito de operaciones algebraicas.

No puede construirse con regla y compás, ya que estas herramientas solo permiten generar números algebraicos; ahora sabemos estos también son aproximaciones.

Significado esotérico y simbólico: la unión de lo divino y lo humano

La cuadratura del círculo no es solo un problema matemático: a lo largo de la historia ha sido un símbolo universal en religiones, tradiciones herméticas, alquimia y arte sagrado.

En la geometría sagrada

El círculo representa:

Lo eterno, lo divino, lo infinito, “El Uno” pitagórico

El cuadrado representa:

Lo terrenal, lo material, lo manifiesto, los cuatro elementos / cuatro direcciones.

Cuadrar el círculo es unir ambos planos, hacer descender lo eterno al mundo de lo tangible.

En la alquimia

El acto corresponde al **Magnum Opus**, la obra mayor:

El círculo → el espíritu, el cuadrado → la materia, la cuadratura → la piedra filosofal, la transmutación

De hecho, varios manuscritos alquímicos medievales muestran diagramas que combinan círculo y cuadrado como representación del “filósofo completo”.

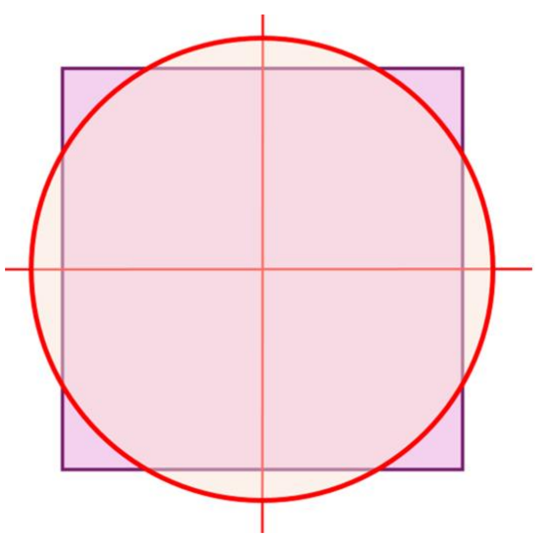
En la arquitectura sagrada

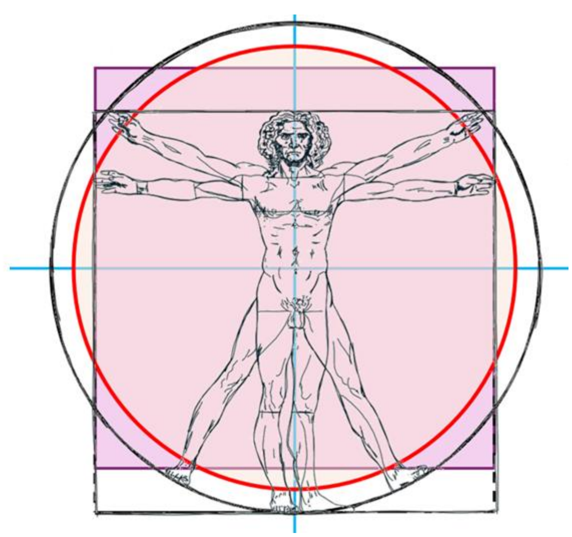
La proporción entre círculo y cuadrado aparece en:

Plantas de templos hindúes (mandalas vástupurusha)
Ritos masónicos y rosacruces
Arquitectura románica y gótica
Diseño de catedrales renacentistas (Brunelleschi)
Es una metáfora de encerrar el cielo en la tierra.

Leonardo da Vinci y el Hombre de Vitruvio

Leonardo, al inscribir el cuerpo humano en un círculo y un cuadrado simultáneamente, hizo una de las representaciones más célebres de la "cuadratura antropométrica". No pretendía resolver el problema matemático, sino ilustrar la armonía universal entre geometría, cuerpo y cosmos.





No creo que Leonardo no lo supiera, pero en esta ilustración muestro el círculo rojizo que es el que cuya área corresponde al cuadrado equivalente. Sólo una enigma más.

Anécdotas curiosas a lo largo de los siglos

Los “cuadradores” del siglo XVIII y XIX

Durante la Ilustración, circularon tratados enteros escritos por personas convencidas de haber encontrado la cuadratura. Muchos eran aficionados brillantes, otros verdaderos excéntricos.
Algunas anécdotas:

Un herrero francés presentó su “demostración” al rey Luis XV; su método consistía en golpear una moneda hasta hacerla cuadrada sin alterar su área.

Una persona envió a la Academia de Ciencias de París más de 200 manuscritos repitiendo variaciones del mismo error geométrico. La Academia acabó prohibiendo recibir trabajos sobre el tema.

El ‘síndrome del cuadrador del círculo’

En psicología histórica se usa esta expresión para describir la obsesión por resolver problemas imposibles.
Algunos matemáticos famosos consideraban este objetivo como signo precursor de delirios matemáticos.

La cuadratura aproximada: del Renacimiento a Kochanski

Aunque imposible exacta, se desarrollaron métodos de aproximación:

- **Vieta** (s. XVI)
- **Gregory** (s. XVII)
- **Kochanski** (1685), cuya construcción geométrica da $\pi \approx 3.1415333$, y es extremadamente útil.
- **Ramanujan** (siglo XX)

Varios tratados renacentistas de arquitectura empleaban estas aproximaciones para diseñar cúpulas, rosetones y polígonos inscritos.

El caso del “profesor Santo Tomás”

Un catedrático del siglo XIX afirmaba haber resuelto la cuadratura y exigió presentar su resultado en la Royal Society. Cuando se le explicó la imposibilidad, respondió: “¡Pues entonces la matemática debe corregirse!”.
Su caso aparece citado con humor en muchas historias de la geometría.

La cuadratura hoy: entre ciencia, arte y pensamiento simbólico

A pesar de haberse demostrado imposible por la academia conservadora, sin considerar que cualquier fórmula o modelo teórico es imposible en el mudo 3D, la cuadratura del círculo sigue fascinando porque toca tres dimensiones fundamentales del espíritu humano:

La matemática

La demostración de Lindemann es uno de los hitos que definió la teoría de números trascendentes.

Pero hemos comprendido que ni los números enteros son finitos, aún cuando sean un biyectividad con un conjunto de objetos o personas, porque no hay dos iguales, hay que recurrir a la convención de la homologación de unas pocas características y muchas más exclusiones.
…y nadie se atrevió a decirle a Lindemann que, si no podía construir un cuadrado con área igual a Pi, tampoco podía construir ningún círculo, ambos dependen de Pi que es trascendente para ambos.

El arte y la arquitectura

Sigue siendo un motivo básico de diseño en:

Mandalas, Diagramas sagrados, Logotipos corporativos, Proporciones arquitectónicas, etc.

La filosofía y la mística

Su simbolismo permanece como metáfora de:

La integración de opuestos

La resolución de tensiones universales

El puente entre finito e infinito

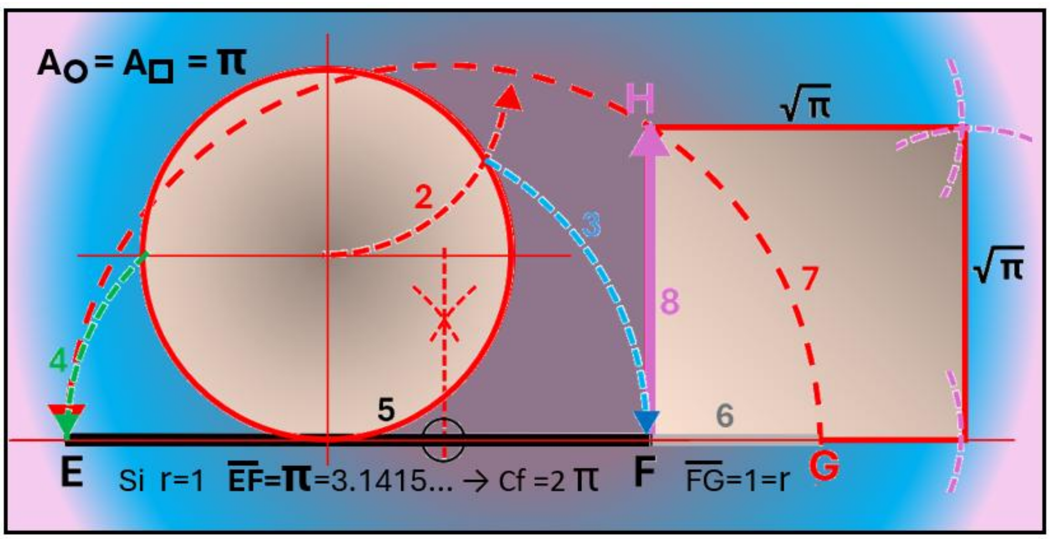
En ciertas corrientes herméticas, “cuadrar el círculo” continúa siendo un símbolo de iluminación: el camino por el cual la razón toca lo sagrado.

Conclusión

La cuadratura del círculo es mucho más que un problema matemático. Atraviesa la historia como una figura puente entre la ciencia exacta, la metafísica, la arquitectura, la alquimia, la psicología, la imaginación humana y las obsesiones de los matemáticos por resolver lo imposible.

Representa:

- La limitación humana ante ciertos misterios.
- La búsqueda incesante de comprender el orden del universo.
- El anhelo de unir materia y espíritu.
- Y la belleza del pensamiento geométrico que, incluso cuando falla, ilumina nuevas verdades.
- La elegancia en sus fórmulas y procedimientos.
- Y ahora con este, lo tenemos al alcance de cualquiera, ¡sin discriminaciones! ...en sólo 8 pasos, rectifica la semicircunferencia y genera que: $A_{\bigcirc}=A_{\square}=\pi$



Bibliografía y referencias

Historia de la matemática y geometría clásica

Boyer, C. B. (1986). *Historia de la matemática*. Alianza Editorial.
Euclides. (2004). *Elementos* (M. García Morente, Trad.). Clásicos Universales.
Kline, M. (1985). *El pensamiento matemático: de la antigüedad a nuestros días*.

Figuras históricas: presocráticos, Anaxágoras, Hipócrates

Diels, H., & Kranz, W. (2016). *Los presocráticos*. Alianza Editorial.
Kirk, G. S., Raven, J. E., & Schofield, M. (2008). *Los filósofos presocráticos*. Gredos.
Sarton, G. (1999). *Historia de la ciencia. La ciencia antigua hasta los griegos*. Tecnos.

La cuadratura del círculo y los problemas clásicos

Beckmann, P. (2004). *Historia de π (Pi)*. RBA Editores.
Hernández Hernández, J. (1997). *Historia de los problemas clásicos de la geometría griega*. UNAM.
Martínez, V. (2002). *La cuadratura del círculo: historia de un imposible*. Nivola.

Números trascendentes y Lindemann

Lindemann, F. (1882). *Sobre el número π* (*Über die Zahl π*). En *Clásicos de la matemática*. UNAM.
Nahin, P. J. (1998). *El número imaginario y sus misterios*. Addison-Wesley Iberoamericana.

Aproximaciones geométricas (Kochanski, Vieta, Gregory)

Katz, V. J. (2010). *Historia ilustrada de las matemáticas*. Akal.
Varios autores. (S. f.). *Textos clásicos de matemáticas*. Fondo de Cultura Económica.

Simbolismo, mística, alquimia y geometría sagrada

Cirlot, J.-E. (1997). *Diccionario de símbolos*. Siruela.
Eliade, M. (1978). *Herreros y alquimistas*. Taurus.
Jung, C. G. (1998). *Psicología y alquimia*. Trotta.
Lawlor, R. (2007). *Geometría sagrada: filosofía y práctica*. EDAF.

Arte, arquitectura, Vitruvio, Leonardo

Da Vinci, L. (2013). *Tratados y cuadernos de anatomía y proporción*. Akal.
Kramrisch, S. (2000). *El templo hindú*. Kairós.
Vitruvio. (2008). *Los diez libros de arquitectura*. Alianza Editorial.

Psicología, obsesiones matemáticas y creatividad

Arana, J. L. (2010). *Psicología de la creatividad y la obsesión científica*. Síntesis.
Hofstadter, D. (2007). *Gödel, Escher, Bach: un eterno y grácil bucle*. Tusquets.
Singh, S. (1998). *El enigma de Fermat*. Debate.