

El cero: la nada que transformó el mundo

Franklin W. Peña-Polo^{1*} y Leonardo Di G. Sigalotti¹

¹ Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco

* Dirección para correspondencia: franklin.pena@gmail.com

A lo largo de la historia, el pensamiento humano ha estado lleno de contradicciones, aunque pocas han sido tan profundas, interesantes y beneficiosas como la creación del cero. El cero es una noción que hace alusión a la nada, sin embargo, a pesar de ello es el cimiento sobre la cual se fundamentan las matemáticas, la ciencia y la tecnología contemporáneas. Es innegable la relevancia estratégica del cero desde el punto de vista histórico y cultural. El cero es uno de los números del sistema binario que ha contribuido al impulso de la era digital y parte fundamental para el desarrollo del cálculo infinitesimal. Sin el cero, la física moderna sería inconcebible, el álgebra sería lenta y la computación no podría existir (Kaplan, 2000). Nuestra meta es seguir el desarrollo de esta idea innovadora, rastreándola a través de varias civilizaciones, desde sus humildes inicios como una herramienta práctica para evitar ambigüedades, hasta su reconocimiento como un número con total legitimidad (Boyer, 1944).

El camino recorrido por el cero, desde su invención hasta la aceptación formal como un número, implica sin duda un avance significativo en la abstracción mental.

El modo más simple es la representación de la sensibilidad, en el cual los órganos sensoriales registran la presencia de estímulos. Por ejemplo, la ausencia de luz se

representa con un valor igual a cero, mientras que la presencia de la luz se entiende como un valor distinto de cero. En las situaciones de ausencia de estímulos, los órganos sensoriales se hallan en un estado de reposo inactivo que se expresa como cero. En el siguiente nivel, la representación de la "nada" es concebida como una clase válida de comportamiento, lo cual permite que, con la aparición de las representaciones cuantitativas, un conjunto que no contiene elementos se entienda como vacío o nulo. Por último, el cero da paso al número 0 que está presente en la teoría de números y en las matemáticas. Cada nivel incluye al anterior: concebir el cero como número implica conocer la concepción de los conjuntos vacíos, que a su vez implica conocer la nada como categoría abstracta (Nieder, 2020).

El cero como una necesidad de ausencia y no como una innovación

Antes de que el cero fuera concebido como un número con el que se podía operar, su origen estuvo ligado a un problema puramente práctico. El desarrollo de sistemas numéricos posicionales, donde el valor de un dígito depende de su ubicación, constituyó un avance importante, pero creó un desafío logístico fundamental, trayendo a la mesa la interrogante: ¿cómo indicar una ausencia en una columna específica? Sin una forma de marcar este vacío, números como 301, 310 y 31 podían confundirse fácilmente. La primera representación del cero no fue, por tanto, una idea filosófica sobre el vacío, sino una solución práctica y útil para resolver esta

ambigüedad, es decir, una herramienta para garantizar la claridad en el cálculo y la administración.

El marcador de posición babilónico

El primer precursor conocido del cero como marcador de posición surgió en Mesopotamia. Los babilonios desarrollaron un sofisticado sistema de numeración posicional sexagesimal (base 60); una herencia que aún prevalece en nuestra medición del tiempo y de los ángulos. Inicialmente, para indicar la ausencia de un valor en una columna, simplemente dejaban un espacio en blanco. Sin embargo, esta solución era propensa a errores de transcripción. Alrededor del siglo IV a.C., los escribas comenzaron a utilizar un símbolo específico: dos cuñas inclinadas prensadas en tablillas de arcilla húmeda (Joseph, 2008). En algunos casos, como el del escriba Bel-ban-aplu, se llegaron a usar hasta tres ganchos, lo que sugiere una fase temprana de experimentación antes de la estandarización del símbolo.

El marcador babilónico era una herramienta interna de notación, no un número en sí mismo. Su función era análoga a un signo de puntuación matemático, pero tenía una limitación crucial: solo se utilizaba en medio de un número, nunca al final. Esto significaba que, aunque se podía distinguir el 206 del 26, la ambigüedad entre cifras como 26 y 260 (26×60) persistía, ya que su valor dependía del contexto.

Otras civilizaciones antiguas desarrollaron conceptos relacionados con el cero o la nulidad, aunque por caminos distintos y con fines diferentes. En el antiguo

Egipto, el jeroglífico *nfr*, que también significaba "bello" o "completo", se utilizaba en registros contables para indicar un saldo cero o un estado de equilibrio (Joseph, 2008). Para comprender mejor por qué el sistema egipcio no requería un cero posicional, es útil observar la estructura de sus numerales jeroglíficos, como se ilustra en la Figura 1. Sin embargo, el sistema egipcio no puede considerarse un precursor numérico directo, ya que no era posicional y, por lo tanto, no existía la necesidad de un marcador (Kaplan, 2000). En China, los matemáticos utilizaban varillas de conteo dispuestas en un tablero con columnas, y para indicar el cero, simplemente dejaban una columna vacía. Aunque funcional en el tablero, esta notación resultaba ambigua al transcribirse. Mientras algunas culturas desarrollaban herramientas prácticas para señalar la ausencia, otras se enfrentaban a profundas barreras intelectuales o geográficas que las llevaron por caminos muy diferentes.

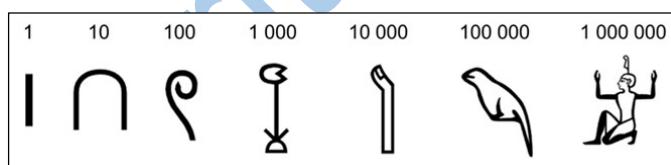


Figura 1. Jeroglíficos numerales egipcios. Los jeroglíficos numerales específicos para las potencias de diez incluían: una barra vertical (1), un asa o talón (10), una cuerda enrollada o espiral (100), una flor de loto (1000), un dedo indio (10,000), un pez (100,000) y un hombre con los brazos alzados (1,000,000). (Fuente: elaboración propia.)

El cero ausente

Contrariamente a la creencia popular, el progreso científico no tiene un plan maestro a seguir. Su historia está escrita con reveses inesperados, revoluciones y

disyuntivas tan fructíferas como decepcionantes. El análisis de casos como el de Grecia clásica y de la civilización maya es crucial para comprender esto. Sus historias demuestran cómo factores culturales, filosóficos y geográficos pueden tanto evitar que se produzca una invención matemática, como en el caso griego, como dar forma a una versión única y aislada de la misma, como ocurrió con la civilización maya.

El caso de Grecia clásica

Resulta paradójico que una civilización tan avanzada en geometría, lógica y filosofía como la griega no desarrollara un concepto funcional del cero. Ahora bien, la falta de desarrollo de tal concepto no es el resultado de desidia sino más bien de ciertas barreras apremiantes:

1. Barrera estructural: el sistema numérico griego estándar era alfabetico y no posicional. Utilizaban letras como α para el 1 y β para el 2.
2. Barrera cultural: existía una marcada distinción entre la aritmética (la teoría de números, considerada una disciplina noble) y la logística (el cálculo práctico, relegado a los comerciantes). Los mercaderes usaban el ábaco, un dispositivo donde una columna vacía representaba físicamente la ausencia, haciendo redundante un símbolo abstracto.
3. Barrera filosófica: el pensamiento griego tradicionalmente se asocia al *horror vacui*, una aversión al vacío que se asociaba con el no-ser y el caos. En efecto,

Aristóteles consideró y rechazó la división por cero como una imposibilidad lógica (Kaplan, 2000).

La única excepción notable se dio en el período helenístico. Astrónomos como Ptolomeo, que trabajaban con el sistema sexagesimal heredado de los babilonios, adoptaron como símbolo para el cero posicional la letra “O”. Algunos historiadores sugirieron que se trataba de la letra omicrón (ο), inicial de *ouden* ("nada"); otros la asociaron a la depresión circular dejada por una ficha al ser retirada de un tablero de cálculo cubierto de arena (*abax*); mientras un tercer grupo pensaba que era una abreviatura del *obol*, una moneda de valor casi nulo.

El caso mesoamericano

De manera completamente independiente y aislada del Viejo Mundo, la civilización maya desarrolló un concepto de cero alrededor del siglo IV d.C. Su sistema numérico era posicional y vigesimal (base 20), y su símbolo para el cero, representado a menudo como una concha o un caracol, era un concepto plenamente establecido. A diferencia del marcador babilónico, funcionaba como un marcador de posición completo y también como un número cardinal, como demuestra su uso en los calendarios, donde el primer día de un mes se designaba como "día 0". La civilización maya desarrolló de manera independiente su propio sistema posicional vigesimal (Boyer, 1944).

El motor de esta invención fue una necesidad cosmológica y ritual de asegurar la continuidad de los ciclos temporales, fundamental en su visión del universo. Los mayas temían que el universo pereciera si los ciclos no continuaban. Para asegurar su continuidad, realizaban complejos rituales. Dentro de su panteón, el dios que supervisaba estos momentos de transición, el Dios del día cero, era también su Dios de la Muerte. Esta conexión transformó el cero maya de una herramienta calendárica en un concepto de inmensa importancia ritual. Sin embargo, su brillante desarrollo tuvo dos limitaciones clave: una irregularidad calendárica en su sistema 18×20 en lugar de 20×20 , que lo hacía menos eficiente para la aritmética general, y su aislamiento geográfico, que impidió que influyera en el resto del mundo (Joseph, 2008; Kaplan, 2000). Mientras los mayas desarrollaban su cero en aislamiento, las barreras filosóficas que habían frenado a los griegos se estaban disolviendo en el subcontinente indio, preparando el escenario para una verdadera revolución.

El legado de la India

Fue en la India Antigua donde, gracias a una confluencia única de pensamiento filosófico, rigor matemático y desarrollo simbólico, el cero se transformó de un mero marcador de posición a un número fundamental con plenos derechos aritméticos.

Esta fue la concepción que finalmente conquistaría el mundo.

El concepto sánscrito de *shunya* (vacío) era central en las tradiciones filosóficas como el hinduismo y el budismo. Su etimología es reveladora: proviene de la raíz *svi*, que significa "crecer" o "hincharse". Esto indica que el vacío no se consideraba como una destrucción, sino como un espacio lleno de posibilidades, listo para generar creación. Este marco filosófico eliminó las barreras conceptuales para aceptar un símbolo que representara matemáticamente la nada. Las formas de los numerales indios evolucionaron a partir de sistemas primitivos (Boyer, 1944; Joseph, 2008; Kaplan, 2000). La Figura 2 ilustra los símbolos indios para el 1, las decenas y el mil, los cuales sentaron las bases del sistema moderno.

| | | | | | |
|----|----|----|----|-----|------|
| 1 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 |
| - | ◐ | ◑ | ◑ | ◑ | ◑ |
| 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 1000 |
| ◐ | ◑ | ◑ | ◑ | ◑ | ◑ |

Figura 2. Numerales Brahmi/Nagari primitivos. Los símbolos numéricos de la India antigua, que muestran el sistema base 10. Estos glifos evolucionarían hasta convertirse en los números que usamos hoy. (Fuente: elaboración propia.)

El matemático y astrónomo indio Brahmagupta (628 d.C.) fue la figura central que formalizó el cero como un número operable. En su obra fundamental, *Brahmasphutasiddhanta*, fue el primero en establecer reglas aritméticas claras. No utilizaba el símbolo del círculo, sino palabras como *kha* o *shunya* para referirse al

cero. Trató esta idea no como un marcador, sino como una entidad matemática por derecho propio. Sus reglas clave fueron:

1. Definición: el cero es el resultado de restar un número de sí mismo ($a - a = 0$).

Esta definición elevó al cero de un concepto pasivo al resultado activo de una operación.

2. Suma y resta: un número no cambia al sumarle o restarle cero ($a + 0 = a$ y $a - 0 = a$).

3. Multiplicación: un número multiplicado por cero es igual a cero ($a \times 0 = 0$).

4. División: realizó el primer intento pionero de abordar el espinoso problema de la división por cero. La definió como una fracción con denominador cero, a la que llamó khacheda. Finalmente, el matemático Bhaskara (c. 1114 d.C.) dominó esta fracción, concibiéndola como una cantidad inmutable, y caracterizando la división por cero como una cantidad meramente infinita, no necesariamente como el concepto moderno.

El símbolo del cero en la India evolucionó con el tiempo. Las primeras representaciones, como las del manuscrito de Bakhshali, usaban un punto, conocido como *bindu*. Con el tiempo, este punto se transformó en el pequeño círculo “O” que utilizamos hoy. La primera aparición epigráfica indiscutible de este símbolo moderno se encuentra en una inscripción en el templo Chaturbhuj de Gwalior, fechada en el año 876 d.C., donde aparece claramente el número 270 como se puede ver en la Figura 3 (Nieder, 2020). De esta manera, el cero estaba listo para emprender el largo y tortuoso viaje que lo llevaría a Occidente.



Figura 3. Inscripción del siglo IX hallada en el templo de Chaturbhuj de la fortaleza Gwalior en Madhya Pradesh, India, que muestra la representación del cero más antigua de la historia. (Crédito: Sarah Welch. Figura tomada de commons.wikimedia.org/wiki/File:0121521 bajo Creative Commons CC0 1.0 Universal Public Domain Dedication.)

El mundo islámico

Un concepto revolucionario no tiene un impacto universal hasta que es transmitido, aceptado y asimilado. Esta fase de la historia del cero es la crónica de su viaje a través del mundo islámico, que actuó como un puente cultural y científico indispensable, y su posterior batalla para ser aceptado en una Europa profundamente renuente, donde tuvo que superar barreras filosóficas, religiosas y prácticas.

Antes que en Europa, el conocimiento matemático de la India llegó a la corte de Bagdad alrededor del año 773 d.C. El matemático persa Mohammed ibn-Musa al-Khwarizmi (c. 825 d.C.) desempeñó un papel fundamental al escribir un influyente libro sobre el cálculo con números indios. Fue a través de esta transmisión que el cero obtuvo el nombre con el que lo conocemos. La palabra sánscrita *shunya*

("vacío") fue traducida al árabe como *sifr* (صفر). Generalmente se considera que *sifr* es una traducción de *shunya*, aunque algunos estudiosos sostienen que es una palabra árabe autóctona que ya denotaba un vacío conceptual. Esta palabra, a su vez, dio origen a dos términos en las lenguas europeas: "cero" y "cifra" (Boyer, 1944; Joseph, 2008).

El cero a la conquista de Europa

Europa fue sorprendentemente lenta y hostil en la adopción del sistema indo-árabe.

La resistencia se debió a una combinación de factores profundamente arraigados:

1. Resistencia filosófica y religiosa: la herencia del *horror vacui* griego seguía viva. En la Europa medieval, la "nada" se asociaba con el caos, el mal o incluso lo satánico. Aceptar un símbolo para la nada implicaba conflictos teológicos, ya que el vacío se contraponía a la omnipresencia de una deidad.
2. Inercia práctica: el sistema de numeración romano y el uso del ábaco para los cálculos estaban profundamente establecidos. Para muchas tareas comerciales cotidianas, estos métodos parecían suficientes.
3. Miedo al fraude: comerciantes y banqueros desconfiaban de los nuevos numerales. Temían que el símbolo "0" pudiera ser alterado fácilmente para convertirlo en un "6" o un "9". Esta desconfianza llevó a prohibiciones explícitas, como la decretada en Florencia en 1299 (Kaplan, 2000).

La figura clave que impulsó la adopción del sistema en Europa fue el matemático italiano Leonardo de Pisa, más conocido como Fibonacci. Este personaje, que se autodenominaba *Bigollo* (un apodo que podía significar "trotamundos" o "cabeza dura"), reconoció la inmensa superioridad del sistema indo-árabe tras sus viajes por el norte de África y lo popularizó en su influyente libro *Liber Abaci* (1202). Su obra desató una prolongada "batalla" cultural entre los "abacistas", defensores del tradicional ábaco, y los "algoristas", promotores de los nuevos numerales. Aunque la resistencia duró siglos, la creciente complejidad del comercio y la banca aseguró la victoria final de los algoristas. Una vez que el cero finalmente conquistó Europa, desató una revolución conceptual y práctica que daría forma al mundo moderno.

El legado de la nada

La aceptación del cero fue mucho más que una simple mejora aritmética; fue una revolución conceptual que desbloqueó nuevos universos de pensamiento. Se convirtió en el pilar silencioso sobre el que se edificaron la ciencia y la tecnología modernas, transformando la capacidad para describir, medir y manipular el mundo.

La revolución científica y matemática

El impacto del cero en las matemáticas y la ciencia fue transformador. Su integración fue indispensable para el desarrollo de campos enteros, tales como:

- Álgebra: el cero consolidó el sistema numérico, permitiendo la existencia formal de los números negativos (cantidades menores que "nada").
- Geometría analítica: la creación del plano cartesiano por Descartes depende de un punto de origen, el (0,0), que sirve como referencia para mapear el espacio.
- Cálculo infinitesimal: el desarrollo del cálculo por Isaac Newton y Gottfried Leibniz, la herramienta matemática que fundamenta la física moderna y la ingeniería, sería impensable sin el cero. El concepto de límite, que se aproxima a cero, es fundamental para describir el cambio y el movimiento (Kaplan, 2000).

El legado más tangible del cero en nuestra vida cotidiana es su papel en la tecnología contemporánea. El cero constituye un componente del lenguaje del universo digital. El sistema binario, compuesto únicamente por los estados 0 (apagado) y 1 (encendido), es el código fundamental que subyace a toda la computación. Cada pieza de información que procesamos, desde un correo electrónico hasta los algoritmos de inteligencia artificial, se reduce en su nivel más básico a una secuencia de estos dos dígitos. De ser un símbolo prohibido asociado con el fraude y el caos, el cero se ha convertido en la columna vertebral de nuestro mundo científico y digital.

Referencias

Boyer CB (1944). Zero: The Symbol, the Concept, the Number. *National Mathematics Magazine* 18(8):323–330. DOI: <https://doi.org/10.2307/3030083>.

Joseph GG (2008). A Brief History of Zero. *Tārīkh-e ‘Elm: Iranian Journal for the History of Science* 6:37–48. https://www.academia.edu/67794496/A_Brief_History_of_Zero.

Kaplan R (2000). *The Nothing That Is: A Natural History of Zero*. Oxford University Press.

Nieder A (2020). Representing Something Out of Nothing: The Dawning of Zero. *Trends in Cognitive Sciences* 24:1–16. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tics.2016.08.008>.

Manuscrito aceptado