

Cero indio, notación posicional y astronomía

Juan Seguro

Pregunta central

¿Cómo cambió lo que podía calcularse, enseñarse y transmitirse un sistema decimal posicional con un cero explícito?

Contexto histórico y evolutivo

Las tradiciones matemáticas indias no se limitaron a añadir un nuevo signo a una aritmética ya existente. A lo largo de siglos desarrollaron una notación decimal de valor posicional en la que la posición de una cifra aportaba significado cuantitativo, mientras que un signo y un concepto de cero fueron sustentando cada vez más el cálculo escrito. Este desarrollo interactuó con la astronomía, los calendarios y la práctica computacional. En tiempos de Brahmagupta, en el siglo VII d. C., el cero se trataba como un número dentro de reglas aritméticas, aunque algunas operaciones, especialmente la división por cero, seguían conceptualmente sin resolver.

La transición no debe reducirse a un solo inventor o fecha. El *Aryabhatiya* de Aryabhata (499 d. C.) utilizaba un esquema numérico posicional en un contexto astronómico y computacional sin una cifra escrita para el cero. El *Brahmasphutasiddhanta* de Brahmagupta (628) trató explícitamente el cero dentro de reglas aritméticas y fue también un importante *siddhanta* astronómico. Material astronómico indio entró después en la erudición árabe: un *siddhanta* sánscrito fue traducido en el Bagdad abasí a finales del siglo VIII y quedó asociado con el *Zij al-Sindhind*. Esta transmisión constituye un puente concreto desde la computación y la astronomía indias hacia PIO-032. Lo históricamente importante es la combinación de notación decimal posicional, un cero escrito, computación astronómica y algoritmos enseñables y reutilizables.

¿Qué podían saber las comunidades antes de esta transición?

Ya existían muchos sistemas numéricos sofisticados. Las matemáticas babilónicas utilizaban valor posicional sexagesimal, las matemáticas griegas desarrollaron una geometría poderosa y la práctica china con varillas de contar permitía cálculos eficaces. La limitación no era la inteligencia matemática, sino la portabilidad y generalidad: la notación podía resultar engorrosa, dependiente del contexto o poco adecuada para algoritmos escritos compactos.

¿Qué cambió?

Un sistema escrito de valor posicional decimal hizo más compactos los cálculos largos. El mismo pequeño conjunto de signos podía representar números enteros arbitrariamente grandes o pequeños según la posición. El cero hizo explícita una posición vacía y terminó convirtiéndose en objeto de razonamiento aritmético por derecho propio.

¿Por qué pudo surgir esta capacidad?

El cálculo astronómico, el trabajo calendárico, la aritmética comercial y el comentario erudito favorecían procedimientos numéricos eficientes. Las matemáticas indias se desarrollaron dentro de tradiciones cultas que combinaban reglas verbales, cálculo tabular y modelización astronómica.

¿Qué formas posteriores de conocimiento hizo posibles?

A través de las matemáticas en lengua árabe, los numerales indios y los algoritmos asociados pasaron a formar parte de una cultura computacional más amplia y después entraron en la Europa latina. Su importancia no reside en haber sustituido todas las demás formas de matemáticas, sino en hacer que la aritmética escrita fuera muchísimo más escalable.

Nuevos límites y riesgos

Una notación eficiente puede ocultar dificultad conceptual. Las reglas pueden seguirse mecánicamente sin comprender por qué funcionan, y las narraciones posteriores pueden tratar falsamente a una civilización como transmisora pasiva en lugar de como lugar de transformación.

¿Qué cambió en la arquitectura del conocimiento humano?

Los números se volvieron **más portátiles algorítmicamente**: la aritmética compleja podía codificarse en procedimientos escritos breves y enseñables.

Pérdida, exclusión e incertidumbre

La cronología exacta de la primera notación del cero sigue siendo debatida porque los manuscritos conservados son copias tardías y algunas afirmaciones arqueológicas o paleográficas son controvertidas. La inscripción de Sambor, en Camboya (683 d. C.), contiene un signo de cero dentro de una tradición numeral derivada de la india; la inscripción de Gwalior (876 d. C.) ofrece un ejemplo indio posterior datado con seguridad. El manuscrito de Bakhshali es importante, pero su datación sigue siendo discutida y no debe utilizarse como una afirmación simple de prioridad. Las afirmaciones de prioridad deben distinguir entre marcador de posición, numeral y número utilizado en reglas aritméticas explícitas.

Mapa de dependencias

- PARALELO ← PIO-018 Astronomía matemática babilónica y valor posicional sexagesimal
- PARALELO ← PIO-030 Cero maya y astronomía calendárica
- DIRECTO → PIO-032 Traducción, comentario y ciencia original en el mundo islámico
- DIRECTO → PIO-033 Al-Juarismi y los procedimientos algebraicos
- DIRECTO → PIO-040 Cómo viajaron los numerales: India, Bagdad y Pisa

Referencias

1. Plofker, K. *Mathematics in India*. Princeton University Press (2009).
2. Joseph, G. G. *The Crest of the Peacock: Non-European Roots of Mathematics*, 3rd ed. Princeton University Press (2011).
3. Plofker, K. Mathematics in India. In *The Mathematics of Egypt, Mesopotamia, China, India, and Islam: A Sourcebook*, ed. V. J. Katz, pp. 385–514. Princeton University Press (2007).