

GUIÓN SISTEMAS DE NUMERACIÓN

Realizar mediciones y contar objetos son las actividades matemáticas que el hombre ha realizado desde la antigüedad. Aunque sabemos que la necesidad de contar nace desde la prehistoria no conocemos nada acerca de cómo aparecieron los números naturales, supuestamente usaban el sistema con base la unidad.

Las primeras civilizaciones vieron la necesidad de utilizar símbolos asociados a cantidades concretas (números) a la vez que asociaban palabras con cada número de forma biunívoca. Los números cardinales permitían asociar elementos de un conjunto con una palabra que definía el propio conjunto.

SISTEMAS DE NUMERACIÓN

SISTEMA SUMERIO: **3500 a.C.**

- Procede de Mesopotamia.
- Su sistema es sexagesimal.
- Utilizaban piezas hechas de barro con forma esférica o cónica.
- Utilizaban las 12 falanges de cuatro dedos y con el pulgar iban contando (12x 5dedos de la mano= 60).

SISTEMA EGIPCIO: **3000 a.C.**

- Cada figura representaba un único valor.
- Es decimal (diez en diez).
- Utilizaban un procedimiento aditivo.
- Su representación podía realizarse de izquierda a derecha, de arriba abajo o viceversa.
- Usaban agrupaciones de símbolos que se identificaban por el orden en la agrupación de unidades. (JEROGLÍFICOS)
- Utilizaban un procedimiento aditivo.

SISTEMA ASIRIO: **1800 a. C.**

- Procede de la antigua BABILONIA.
- La base es mixta: 10 y 60.
- Su escritura era cuneiforme (en forma de cuña) y se utilizaban tablillas de arcilla como soporte.
- Es el primer sistema de numeración posicional.

SISTEMA CHINO CLÁSICO: **1350 a. C.**

- Es un sistema decimal (utiliza las unidades y las distintas potencias de diez).

一	二	三	四	五
1	2	3	4	5
六	七	八	九	十
6	7	8	9	10
百	千	万	亿	
100	1 000	10 000	100 000	

- Su disposición es híbrida (multiplicativo y aditivo)

$$\text{六 萬 五 千 三 百 七 十} = 6 \times 10.000 + 5 \times 1.000 + 3 \times 100 + 7 \times 10 + 2$$

- Se sigue usando en los cheques de bancos pues es difícil de falsificar.

SISTEMAS GRIEGOS: **siglo VI a. C.**

- Los más importantes son: SISTEMA ÁTICO o ACROFÓNICO y ALFABÉTICO.
- El S. Ático estuvo en uso hasta poco antes del inicio de la era cristiana.
- Utiliza símbolos que coinciden con la primera letra de la palabra que expresa el número.

	∏	Δ	∏ ^Δ	H	∏ ^H	X	∏ ^X	M
1	5	10	50	100	500	1000	5000	10000

5= penta 10= deka 100=hekaton 1000= kilioi 1000= milioi

- Los nombres de los símbolos recuerdan al sistema métrico decimal.
- En un principio era aditivo.
- El S. Alfabético utiliza las letras del alfabeto, se tuvieron que incluir algunas letras arcaicas.
- Es aditivo.

SISTEMA ROMANO: **500 a. C.**

- Proviene del sistema Ático pues algunos símbolos son iguales.
- En principio era aditivo aunque algunos números se obtienen restando valores de símbolos, por ejemplo: IV=4, IX=9, XL=40, XC=90, CD=400, CM=900,...
- Perduró muchos siglos ya que para las operaciones básicas, siempre se utilizaba el ábaco.
- Sigue utilizándose para expresar el año del copyrigh de las películas, en las fechas de estatuas de personajes ilustres, etc.

SISTEMA CHINO DE BARRAS: **200 a. C.**

- Se utilizan barras de madera para representar las cantidades.
- Es un sistema posicional.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Vertical	○						┌	┌┌	┌┌┌	┌┌┌┌
Horizontal	○	—	==	≡	≡≡	≡≡≡	└	└└	└└└	└└└└

- Todavía está en uso en Japón.
- El cero se representaba con un espacio.

SISTEMA INDIO: 450 d. C.

- Es posicional.
- De él procede nuestro sistema de numeración actual.

SISTEMA MAYA: 600 d. C.

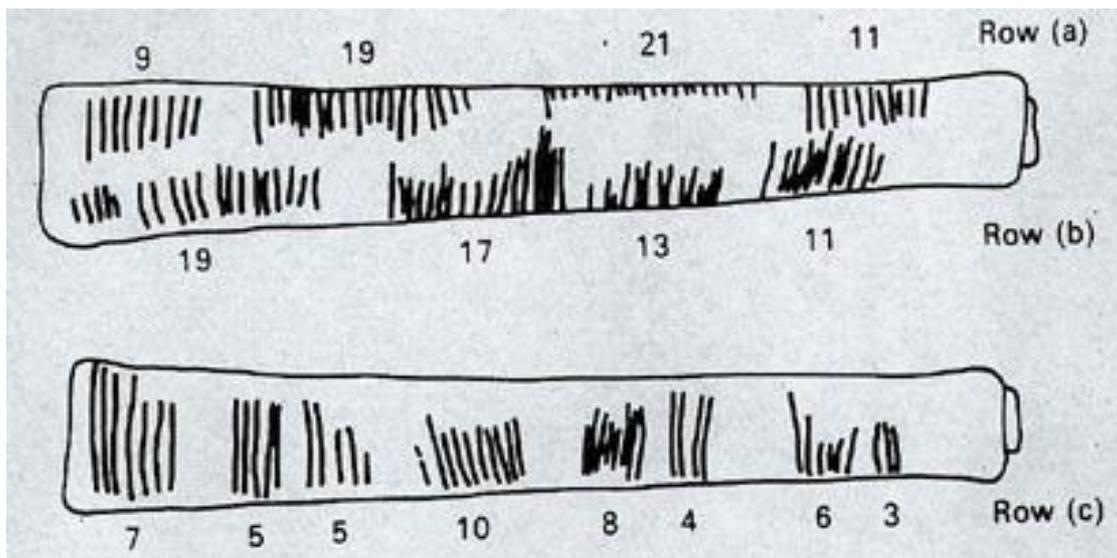
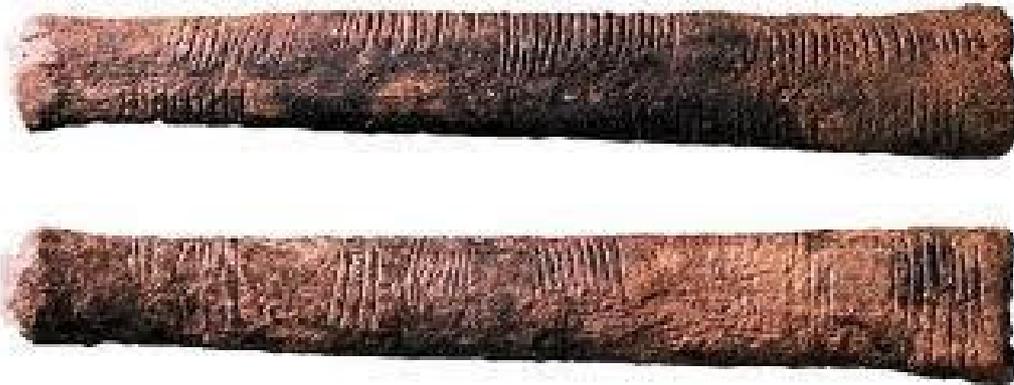
- Su base es veinte (basado mayoritariamente en potencias de 20, también usa la base 5). La tercera base que usa es 360 en lugar de 400.
- Es posicional.
- Utilizaron un símbolo para el número cero.

SISTEMA ÁRABE: 775 d.C.

- Es posicional y de él deriva directamente nuestro sistema actual.
- Los árabes lo trajeron a Europa por el Magreb.
- Leonardo de Pisa (Fibonacci) se encargó de difundirlo desde Italia.
- Es decimal.

HUESO DE ISHANGO

descubierto en la frontera actual entre Uganda y el Congo. Se trata de un peroné de babuino, probablemente del Paleolítico Superior; no sabemos exactamente su antigüedad, aunque parece ser de varias decenas de miles de años. Tampoco sabemos cuál fue su utilidad, pero algunos paleoantropólogos piensan que puede tratarse de una especie de “reloj lunar” de seis meses.



hueso de Ishango, un hueso de babuino hallado en el territorio de la República Democrática del Congo por el geólogo belga Jean de Braucourt en 1960. El hueso

fue encontrado cerca de las fuentes del Nilo, lugar de asentamiento de una numerosa población humana del *paleolítico superior*. Presenta una serie de muescas repartidas en grupos. Aunque en principio se pensó que era una simple vara de cuentas, se ha comprobado que las muescas indican una destreza matemática que va mucho más allá de la simple tarea de contar. Las secuencias parecen sugerir una aproximación a la multiplicación y la división por dos. Una columna contiene los números impares hasta el 21, otra los números primos comprendidos entre el 10 y el 20. La suma de los números de cada columna da siempre como resultado múltiplos de 12: 24, 48, 60... Hay quien ha apuntado que las marcas del hueso de Ishango forman una especie de calendario lunar, en el que las mujeres de la edad de piedra llevaban la cuenta de sus ciclos menstruales.

Dos huesos conservados en el Instituto Real de Ciencias Naturales de Bélgica indican, según los científicos que los han examinado, que los primeros sistemas numéricos se inventaron en África hace 20.000 años, es decir, 15.000 años antes de que la escritura y la numeración aparecieran en Mesopotamia como culminación de la revolución neolítica que propagó la civilización moderna.

.....

Los huesos, de 10 a 14 centímetros de largo y cubiertos de muescas transversales, han protagonizado una reunión científica para intentar descifrar su significado, que concluye hoy en Bruselas. Fueron hallados en los años cincuenta en Ishango (República Democrática de Congo), junto a la cabecera del Nilo. Aunque no pueden datarse directamente por carbono 14, los estratos circundantes indican una edad cercana a los 20.000 años.

Si las muescas se agrupan en cifras, en uno de los huesos aparecen tres grupos de cifras. El primer grupo es 11, 21, 19 y 9; el segundo es 11, 13, 17 y 19, y el otro es 3, 6, 4, 8, 10, 5, 5 y 7. El matemático Dirk Huylebrouck y otros expertos han hecho notar que el primer grupo puede leerse como: $10+1$, $20+1$, $20-1$ y $10-1$; que el segundo grupo está formado por números primos, y que el tercero parece seguir más o menos alguna regla de duplicación (de 3 a 6, de 4 a 8, de 5 a 10). Estos expertos ven ahí una indicación de un sistema aritmético complejo en base 10, aunque no logran determinar exactamente de qué tipo.

De hecho, otros estudiosos han combinado las muescas y los grupos de muescas de otras formas para proponer un sistema de numeración en base 6 o 12. Esta hipótesis viene apoyada por la observación de que muchas poblaciones africanas actuales, como los yagwa de Nigeria, utilizan sistemas de base 12 (en la lengua de los yagwa, "13" se dice "12+1").

Viene en apoyo de esta teoría una manera de contar habitual en la antigüedad. Con una sola mano, el pulgar va tocando cada falange de los demás dedos (1, 2, 3 en el índice; 4, 5, 6 en el dedo medio, etcétera). Al llegar al 12 (la punta del meñique), se apunta una docena con un dedo de la otra mano y se vuelve a empezar. Es un sistema muy útil para contar con los dedos hasta 72 (seis docenas), y naturalmente está en base 12 (4 por 3 falanges).

El Concepto de Base

Cuando los hombres empezaron a contar usaron los dedos, guijarros, marcas en bastones, nudos en una cuerda y algunas otras formas para ir pasando de un número al siguiente. A medida que la cantidad crece se hace necesario un sistema de representación más práctico.

En diferentes partes del mundo y en distintas épocas se llegó a la misma solución, cuando se alcanza un determinado número se hace una marca distinta que los representa a todos ellos. *Este número es la base, la que más se ha utilizado a lo largo de la Historia es 10* por ser ese el número de dedos con los que contamos. Hay alguna excepción notable como son la **numeración babilónica** que usaba **10 y 60** como bases y la **numeración maya** que usaba **20 y 5**.

Desde hace **5000 años** la gran mayoría de las civilizaciones han contado en unidades, decenas, centenas, millares etc. es decir de la misma forma que seguimos haciéndolo hoy. Sin embargo **la forma de escribir los números ha sido muy diversa** y muchos pueblos han visto impedido su avance científico por no disponer de un sistema eficaz que permitiese el cálculo.

Casi todos los sistemas utilizados representan con exactitud los números enteros, pero muchos de ellos no son capaces de representar grandes cantidades, y otros requieren tal cantidad de símbolos que los hace poco prácticos.

Pero sobre todo **no permiten en general efectuar operaciones tan sencillas como la multiplicación**. De hecho cuando se empezó a utilizar en Europa el sistema de numeración actual, los **abaquistas** se opusieron con las más peregrinas razones, entre ellas la de que siendo el cálculo algo complicado en sí mismo, tendría que ser un **método diabólico** aquel que permitiese efectuar las operaciones de forma tan sencilla.

El sistema actual fue inventado por los indios y transmitido a Europa por los árabes. Leonardo de Pisa (**Fibonacci**) fue uno de los introductores del nuevo sistema en la Europa de 1200. El gran mérito fue la **introducción del concepto y símbolo del cero**.

Sistemas de Numeración Aditivos

Para ver cómo es la forma de representación aditiva consideremos el sistema jeroglífico egipcio. Por cada unidad se escribe un trazo vertical, por cada decena un símbolo en forma de arco y por cada centena, millar, decena y centena de millar y millón un jeroglífico específico.

Los sistemas aditivos son aquellos que acumulan los símbolos de todas las unidades, decenas... cuantos sean necesarios hasta completar el número. Una de sus características es por tanto que se pueden poner los símbolos en cualquier orden, aunque en general se ha preferido una determinada disposición.

Han sido de este tipo las numeraciones **egipcia**, **sumeria** (de base 60), hitita, cretense, azteca (de base 20), **romana** y las **alfabéticas de los griegos**, armenios, judíos, etc.

Sistema de numeración binario

El sistema de numeración binario utiliza sólo dos dígitos: **el cero (0) y el uno (1)**.

En una cifra binaria, cada dígito tiene distinto valor dependiendo de la posición que ocupe. El valor de cada posición es el de una potencia de base 2, elevada a un exponente igual a la posición del dígito menos uno. Se puede observar que, tal y como ocurría con el sistema decimal, la base de la potencia coincide con la cantidad de dígitos utilizados (2) para representar los números.

De acuerdo con estas reglas, el número binario

$$1101 = 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 8 + 4 + 0 + 1 = 13$$

Y para expresar que ambos números describen la misma cantidad, lo escribimos así:

$$\mathbf{1101_2 = 13_{10}}$$

Sistema de numeración binario

Conversión entre números decimales y binarios

Convertir un número decimal al sistema binario es muy sencillo: basta con realizar divisiones sucesivas por 2 y escribir los restos obtenidos en cada división en orden inverso al que han sido obtenidos.

Por ejemplo, para convertir al sistema binario el número 77_{10} haremos una serie de divisiones que arrojarán los restos siguientes:

$$\begin{array}{llll} 77 : 2 = 38 \text{ Resto: } 1 & 38 : 2 = 19 \text{ Resto: } 0 & 19 : 2 = 9 \text{ Resto: } 1 & 9 : 2 = 4 \text{ Resto: } 1 \\ 4 : 2 = 2 \text{ Resto: } 0 & 2 : 2 = 1 \text{ Resto: } 0 & 1 : 2 = 0 \text{ Resto: } 1 & \end{array}$$

y, tomando los restos en orden inverso obtenemos la cifra binaria:

$$77_{10} = 1001101_2$$

Sistemas de Numeración Híbridos

En estos sistemas **se combina el principio aditivo con el multiplicativo**. Si para representar 500 los sistemas aditivos recurren a cinco representaciones de 100, los híbridos utilizan la combinación del 5 y el 100. Pero siguen acumulando estas combinaciones de signos para los números más complejos. Por lo tanto sigue siendo innecesario un símbolo para el 0. Para representar el 703 se usa la combinación del 7 y el 100 seguida del 3 ($703 = 7 \cdot 100 + 3$).

El orden en la escritura de las cifras es ahora fundamental para evitar confusiones, se dan así los pasos para llegar al sistema posicional, ya que si los signos del 10, 100 etc se repiten siempre en los mismos lugares, pronto alguien piensa en suprimirlos, dándolos por supuestos y se escriben sólo las cifras correspondientes a las decenas, centenas etc. .Pero para ello **es necesario un cero, algo que indique que algún orden de magnitud está vacío** y no se confundan el 307 con 370, 3070 ...

Además del **chino clásico** han sido sistemas de este tipo el asirio, arameo, etíope y algunos del subcontinente indio cómo el tamil, el malayalam y el cingalés.

Sistemas de Numeración posicional

Mucho más efectivos que los sistemas aditivos. En ellos la posición de una cifra nos dice si son decenas, centenas... o en general la potencia de la base correspondiente.

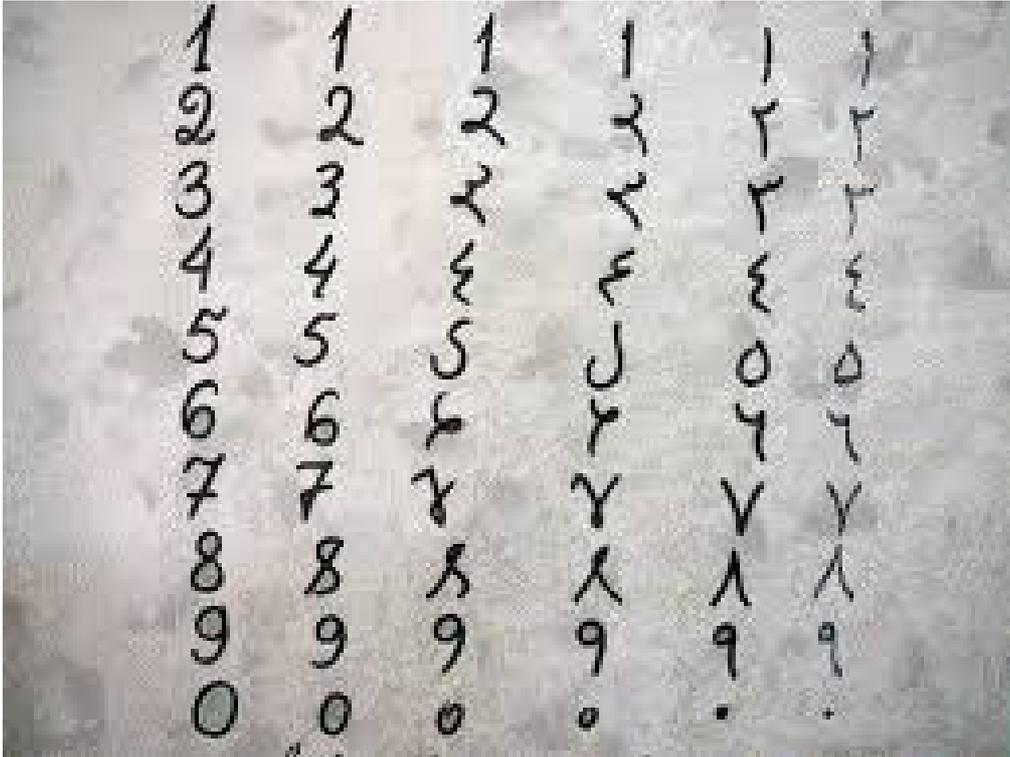
Sólo tres culturas **además de la india** lograron desarrollar un sistema de este tipo. **Babilonios, chinos y mayas** en distintas épocas llegaron al mismo principio. Los sistemas babilónico y maya no eran prácticos para operar porque no disponían de símbolos particulares para los dígitos. El hecho que sus bases fuera 60 y 20 respectivamente no hubiese representado en principio ningún obstáculo. Los mayas por su parte cometían una irregularidad a partir de las unidades de tercer orden, ya que detrás de las veintenas no usaban $20 \times 20 = 400$ sino $20 \times 18 = 360$ para adecuar los números al calendario, una de sus mayores preocupaciones culturales.

Fueron los indios antes del siglo VII los que idearon el sistema tal y como hoy lo conocemos, sin más que un cambio en la forma en la que escribimos los nueve dígitos y el cero.

Los árabes transmitieron esta forma de representar los números y sobre todo el cálculo asociado a ellas, aunque tardaron siglos en ser usadas y aceptadas.

Una vez más se produjo una gran resistencia a algo por el mero hecho de ser nuevo o ajeno, aunque sus ventajas eran evidentes. **Sin esta forma eficaz de numerar y efectuar cálculos difícilmente la ciencia hubiese podido avanzar.**

POSIBLE EVOLUCIÓN DE LOS NÚMEROS ARÁBIGOS



La mayoría de los historiadores coincide en afirmar que tuvo su origen en la India (de hecho, **en árabe, este sistema de numeración se llama números indios** (أرقام هندية, arqam hindiyyah) y se expandió por el mundo islámico y de ahí vendría desde al-Andalus hasta el resto de Europa.

Al-Khwarizmi tuvo una importante labor en la difusión del sistema de numeración en Oriente Medio y en Occidente. La notación del punto decimal fue introducida por **Sind ibn Ali**, que también escribió el más antiguo tratado en números árabes.

En la literatura occidental, las primeras menciones de estos números se encuentran en el **Códice Virgilianus** del año 976. A partir del 980, Gerberto de Aurillac (que sería más tarde el papa Silvestre II), hizo uso de su oficio papal para difundir el conocimiento del sistema en Europa. Silvestre II estudió en Barcelona durante su juventud.

En el siglo XII, traducciones para el latín de la obra **Al-Khwarizmi** (778? – 846) sobre los numerales indios (Kitab al-Jabr wa-l-Muqabala) presentaron la notación posicional decimal para el Mundo Occidental.

Fibonacci, un matemático italiano que había estudiado en Bejaia (Argelia), contribuyó a la propagación a través de Europa del sistema árabe con su libro que Liber Abaci publicado en 1202.

Fuente original: Escuelapedia.com