3- Matemáticas

3.1 Sistema vigesimal

En Mesoamérica surgió el sistema numérico vigesimal, con números de posición y la aplicación del cero (0). Las mayas alcanzaron las más alta expresión. La invención del cero y su aplicación posicional es su mayor aportación al conocimiento humano.

Los numerales, a base de puntos y rayas fueron inscritos en monumentos, estelas y tableros. Tales son las inscripciones en los monumentos del Séptimo Baktún (o gran ciclo de 400 *tunes* o años) integrados dentro del Sistema de la Cuenta Larga, en los siglos 1 a.C. y 1 d.C; las inscripciones de Kaminaljuyú, en la zona de los altos de Guatemala, en los siglos I ó II d.C.; y, las inscripciones en los monumentos de Petén, en la zona baja de Guatemala, en los siglos III y IV d.C.

Uno de los monumentos más antiguos es la Estela 2 de Chiapa de Corzo, Chiapas, datado el 7.16.3.2.13 (6 ben) correspondiente al 7 de diciembre de 35 a.C. Después, está la Estela C de Tres Zapotes, Veracruz, de fecha 7.16.6.16.18 correspondiente al 2 de septiembre de 31 a.C. Estos testimonios anteceden a la inscripción más antigua de la India que contiene al cero, que corresponde al año 876 d.C.

Esto es, el cero fue desarrollado en la India posteriormente a los mayas. En la época de la conquista, en Europa se iniciaba apenas el uso del sistema decimal.

Los conquistadores españoles estaban muy atrasados y trajeron formas derivadas del sistema romano, con pesas y medidas primitivas. Tales eran las medidas de longitud (leguas, codos, varas), las medidas de peso (arrobas, quintales y otras).

El sistema numérico Mesoamericano surgió probablemente antes de la escritura y es atribuible a la región entera. Ese sistema permitió derivar el complejo cálculo calendárico y astronómico y fue la base de la concepción del mundo, mediante diagramas cósmicos, conceptos direccionales y edades cosmogónicas.

3.2 El Cero maya

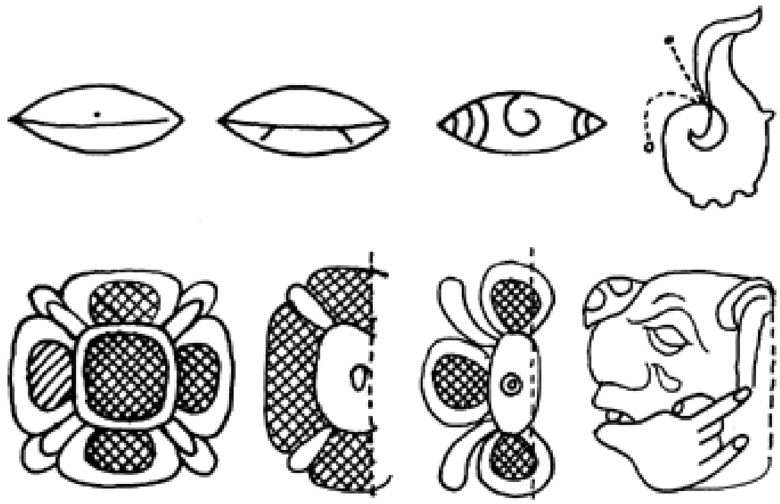
La concepción, invención y uso del cero por los mayas representa un portentoso adelanto del pensamiento abstracto. El significado esencial y la función del cero maya está determinado por dos factores: el carácter vigesimal de la computación maya y el valor posicional de los números inscritos en una cantidad (Garcés 1995). Tanto en el sistema vigesimal como en el decimal se hace necesario el cero para que funcione la estructura posicional.

El cero maya aparece en los códices, en las estelas y tableros. El cero en los códices es siempre rojo. El cero maya, además de la forma simbólica, tiene una variante de cara. Esa figura con frecuencia lleva una mano cruzada sobre la mandíbula, a la que generalmente se le da el significado de completamiento (Thompson 1966). A veces la mano va colocada frente a la cara como un puño cerrado y sobre ella va una espiral, esta última con indudable relación con el caracol a su vez asociado con la muerte, como término de algo.

Según Lizardi (1959) el cero maya une dos cualidades, una que indica el completamiento y, otra, para indicar la ausencia de determinada unidad en la cuenta que se registra. Sin embargo, el cero no se usaba en las fechas de fin de período.

En las inscripciones el cero maya está representado por la flor calendárica, el símbolo del calendario sagrado, emblema del tiempo y la regularidad cósmica. Así se indica en el «Códice Trocortesiano», p-75-96, y en el «Códice Freyervary Mayer», p.1, así como, en la planta de la pirámide Kukulcán en Chichén-Itzá.

El cero maya también tiene una connotación biológica. La concha podía significar la ausencia de vida y, por tanto, el fin de algo (la muerte) o aquello que está vacío. En el «Códice de Dresde» hay signos inequívocos de que hay algo vivo dentro, tal vez, algo en proceso de surgir o aparecer, en este caso, el animal que se mostrará al salir, significando un valor potencial y por lo tanto vivo (Garcés 1995). Además, la flor es asimismo un símbolo de algo que va a devenir en fruto y semilla.



Representaciones del cero maya. *Arriba*- en los códices,
Abajo- en las estelas y tableros.

El cero en nuestros días tiene una gran importancia con relación a los sistemas computacionales basados en el sistema binario (el 1 y el 0). Conceptualmente, el cero matemático tiene un valor determinado pero diferente dependiendo de su posición numérica, en algunos casos es nada pero, en otros, es mucho. Físicamente, la nada se puede considerar como la ausencia de todo. Pero, el vacío habría contribuido a la formación y posterior evolución de las estructuras del universo. De manera que, la nada es algo o tal, vez, mucho.

No sabemos como se conocía al cero entre los mayas. Es posible que se le designara con la concha que lo simboliza. Xixim (shishim) es un término generalmente aplicado a la concha en el maya de Yucatán (Thompson 1966).

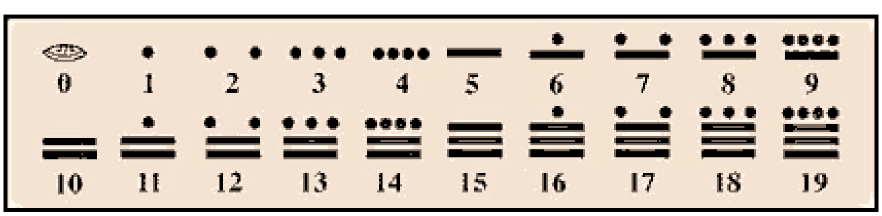
3.3 Aritmética maya

La escritura maya, consolidada en el Petén, fue la más elaborada en Mesoamérica y sirvió para conservar el conocimiento astronómico y matemático y el perfeccionar los cálculos calendáricos. Los jeroglíficos y numerales sirvieron para simbolizar los conocimientos.

Los numerales mayas eran solamente tres: el punto, con valor de la unidad; la barra horizontal para simbolizar el cinco; y, el cero, que se representaba en los monumentos como una flor calendárica o, en los códices, como una concha o un caracol.

Las progresiones se hacían agrupando los puntos hasta llegar al cuatro, de allí en adelante las barras se combinaban con puntos que se colocaban en la parte superior de ellas. La veintena básica se cerraba con el cero.

Los valores posicionales se obtenían inscribiendo las cantidades de arriba a abajo, es decir, los números se escribían colocando las unidades en la parte inferior y los múltiplos hacia arriba. Por tratarse de un sistema vigesimal las potencias se elevan de veinte en veinte.



Sistema vigesimal de numeración maya

2012 energía 9 (236) 14, FTE de México

El número 3113 en notación maya se representa como:

$3113 = 13 + 15\times 20 + 7\times 20\times 20$ $= 13 + 300 + 2800$	$7\times(20)^2$ $15\times(20)^1$ $13\times(20)^0$	

y, el número 2012 se puede representar como:

$2012 = 12 + 0\times 20 + 5\times 20\times 20$ $= 12 + 0 + 2000$	$5\times(20)^2$ $0\times(20)^1$ $12\times(20)^0$	

No se conoce con precisión como procedían los mayas para realizar operaciones aritméticas. Sin embargo, la forma de hacer operaciones es igual en cualquier sistema posicional, sin importar la base elegida. Si se tienen tablas de suma y multiplicación, en principio se puede hacer cualquier operación siguiendo las reglas o algoritmos que se usan normalmente en el sistema decimal (Tonda & Noreña 1991).

La diferencia con el sistema vigesimal maya es que las unidades, veintenas, etc. se escriben verticalmente de abajo hacia arriba, mientras que, en el sistema decimal, se escriben horizontalmente de izquierda a derecha.

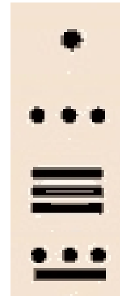
Tonda & Noreña (1991) han ilustrado lo anterior. Por ejemplo, en el sistema decimal la suma de 9,508 más 579 se escribe:

$$9\,508 + 509 = 10\,087$$

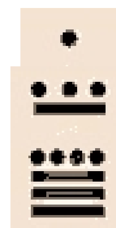
La misma operación en el sistema maya se hace encontrando primero la equivalencia de los dos sumandos en ese sistema:

$$\begin{aligned} 9\,508 &= 1\times(20)^3 + 3\times(20)^2 + 15\times(20)^1 + 8\times(20)^0 \\ &= 1\times 8\,000 + 3\times 400 + 15\times 20 + 8\times 1 \\ &= 8\,000 + 1\,200 + 300 + 8 \end{aligned}$$

Por tanto, 9 508 en maya es,

$9508 = 1\times20\times20\times20 + 3\times20\times20 + 15\times20 + 8\times1$ $= 8000 \quad + 1200 \quad + 300 \quad + 8$	$1\times(20)^3$ $3\times(20)^2$ $15\times(20)^1$ $8\times(20)^0$	

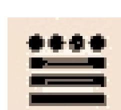
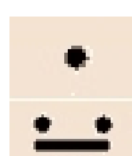
el número 579 se escribe,

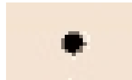
$579 = 1\times20\times20 + 8\times20 + 19\times1$ $= 400 \quad + 160 \quad + 19$	$1\times(20)^2$ $8\times(20)^1$ $19\times(20)^0$	

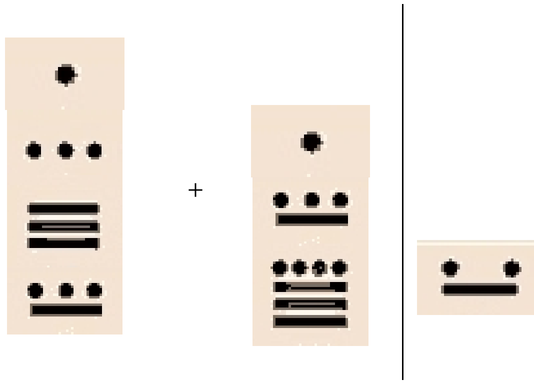
y, el resultado se podría escribir como,

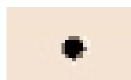
$1\times(20)^3$ $3\times(20)^2$ $15\times(20)^1$ $8\times(20)^0$	$+$	$1\times(20)^2$ $8\times(20)^1$ $19\times(20)^0$	$=$		$+$	

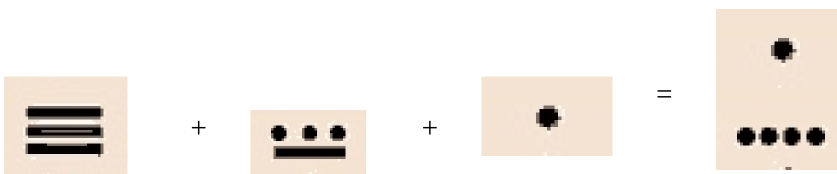
sumando primero las unidades queda,

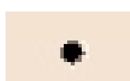
 $+$  $=$ 

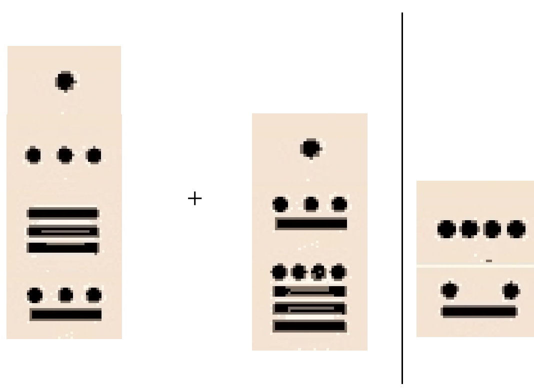
Ponemos  y llevamos , es decir, 20, de manera que se puede escribir



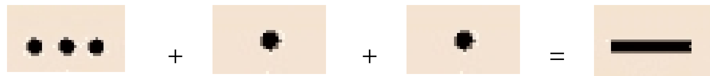
Sumando ahora las veintenas, es decir, +  que llevábamos, se obtiene



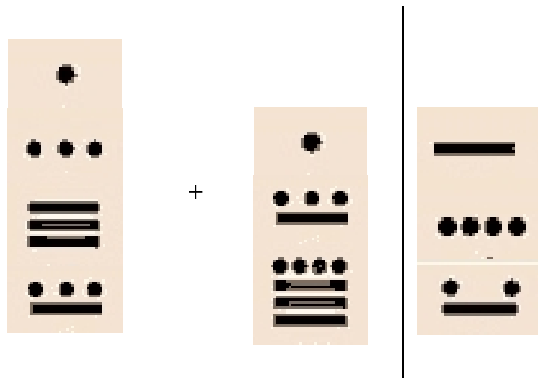
Ponemos  y llevamos , entonces,



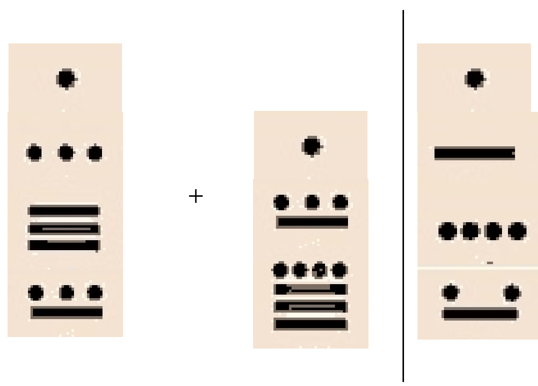
El siguiente paso es poner  que llevábamos,



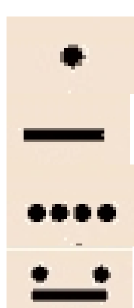
y, ahora, no llevamos nada, entonces,



Finalmente, la cuarta posición queda,



El resultado final es el número,



=

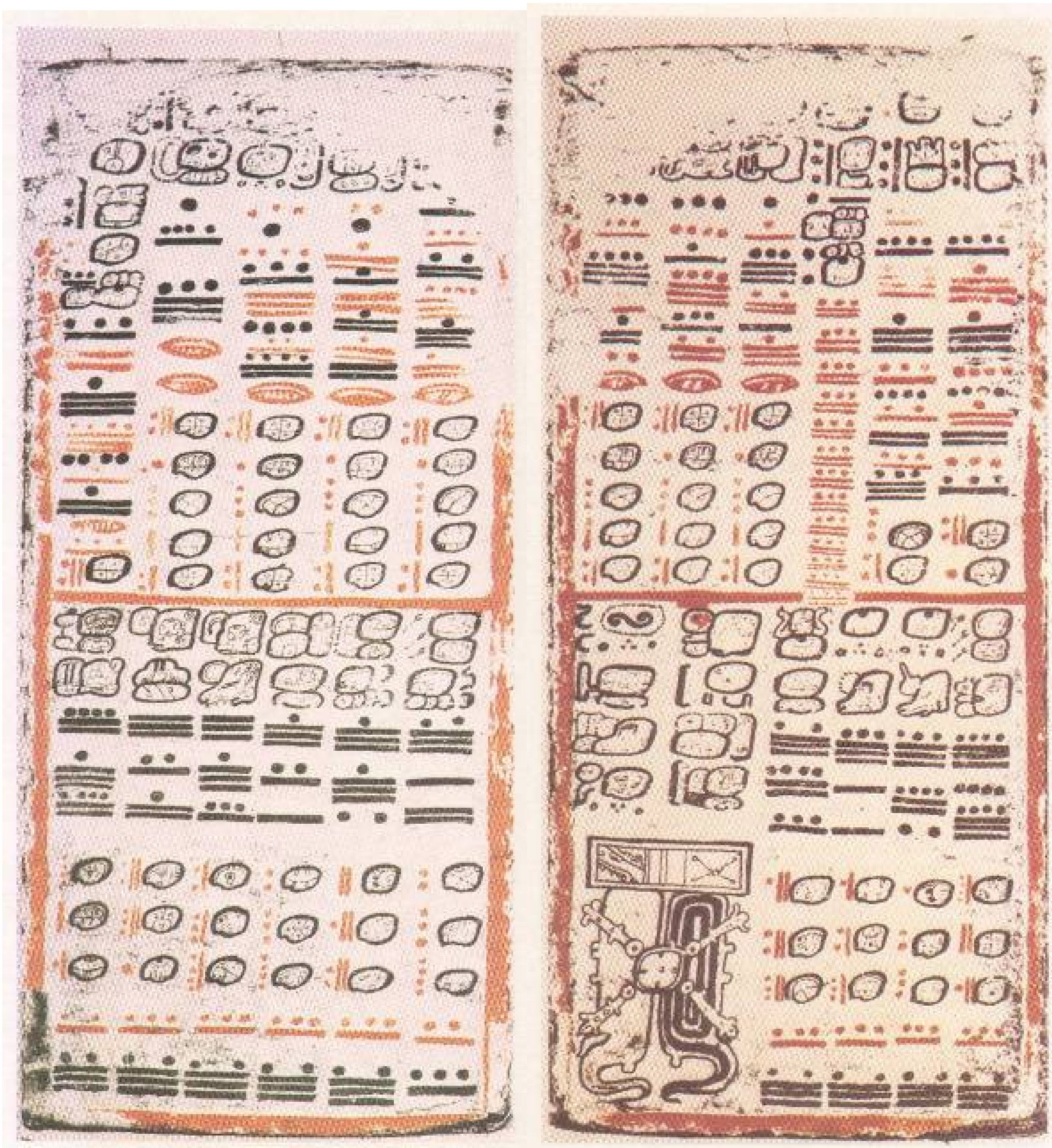
$1 \times 8000 + 5 \times 400 + 4 \times 20 + 7$

$8000 \quad + 2000 \quad + 80 \quad + 7$

10 087

que corresponde al resultado obtenido antes.

Mediante un razonamiento similar se pueden realizar otras operaciones aritméticas.



El cero maya en el Códice de Dresde, p.51, 52