

El número y lo sagrado en el arte.

Primera parte

María Cecilia Tomasini.

Lic. en Física, Universidad Nacional de La Plata.

Estudiante de cuarto año de la Lic. en Arte, Universidad de Palermo.

Introducción: El historiador Gordon Childe caracteriza las formas tempranas de civilización, entre otras cosas, por la existencia de obras monumentales, sistema de escritura, y comienzo del desarrollo científico, basado en la astronomía, la geometría, y la aritmética¹. En estas formas tempranas de civilización existe, además, un desarrollo social estratificado, con una casta sacerdotal que detenta tanto el saber como el poder; y una religión o mitología compleja que suele ser impuesta desde el estado. Son los sacerdotes los que dirigen el culto y encabezan el ritual. Son también ellos quienes poseen el más alto grado de conocimiento matemático y astronómico, y quienes supervisan la construcción del monumento sagrado. De esta manera, la asociación entre arquitectura o arte sagrado y matemática aparece frecuentemente en estas sociedades.

El presente trabajo está dividido en dos partes. En la primera exploraré algunas interesantes relaciones existentes entre el número y lo sagrado² en el arte de civilizaciones incipientes de Africa, Asia y Mesoamérica. En todas ellas se observa el uso recurrente de ciertas formas geométricas y de ciertos modos de organización basados en el número.

En la segunda parte del trabajo me referiré específicamente a Europa y la cultura Occidental. Esta cultura es heredera del pensamiento griego, y particularmente, de la escuela pitagórica. Las nociones pitagóricas de proporción y armonía y sus connotaciones místicas imponen su sello no sólo en el arte religioso sino también en aquellas obras que pretenden elevar moralmente al hombre.

La asociación entre el número y lo sagrado en las grandes civilizaciones de la Historia.

Egipto: En las márgenes del río Nilo, en el norte de Africa, floreció la civilización egipcia aproximadamente entre el siglo XXX a.C. y los primeros siglos de nuestra era. Las pirámides de Giza fueron erigidas por la IV dinastía, entre el 2550 y 2480 a.C³. Fueron construidas como parte del culto al faraón, puesto que eran su *residencia* o *morada eterna* en la otra vida.

¹ Las características enumeradas por G. Childe se dividen en primarias y secundarias. No me detendré aquí en las primarias puesto que el interés del presente trabajo se centra en las secundarias. Ref. 1. Ref. 2.

²Lo sagrado suele entenderse, en general, como asociado a lo religioso. Sin embargo, en un sentido más amplio puede interpretarse como "lo que es objeto de una garantía sobrenatural". Lo sagrado, por lo tanto, no es únicamente lo inherente a un mito o una religión; es decir, no es únicamente "lo divino". En este trabajo se entiende lo sagrado en esta acepción amplia. Ref. 3.

³ Ref. 4.

Se ha interpretado de diversas maneras el significado de estas obras monumentales. Según C. Dukelsky⁴ "...las pirámides representaban la posibilidad de ascender al cielo, de conectar lo terrenal con lo celestial...". La forma piramidal se asociaba a los rayos solares, que caen oblicuamente sobre la tierra, y que el faraón usaba como rampa para ascender al cielo. Esta forma simbolizaba también la montaña primordial que emerge de las aguas en la cosmogonía egipcia. Esta cosmogonía fue formulada en el momento de unificación del Alto y Bajo Egipto (hacia el 3000 a.C.) y explica el origen del universo. Según este mito, antes del **cosmos ordenado** existía un océano en la oscuridad. Atum, Señor de Heliópolis, creador del universo y dios sol, se posó en un montículo emergente de este océano. Este montículo primordial tomó la forma de una pirámide⁵. La pirámide es así el **orden** que surge del caos.

La construcción de las pirámides respondía a una forma geométrica pura y se orientaba escrupulosamente según los cuatro puntos cardinales: "...La idea de perfección celestial estaba implícita en la forma geométrica pura y en su cuidadosa ubicación en relación al universo: la disposición de las pirámides está vinculada con los puntos cardinales y sus ejes coinciden con estas direcciones..."⁶.

Para N. Schulz⁷ **orden** y **constancia** son los términos que mejor caracterizan la arquitectura monumental egipcia. Las pirámides parecen ser la concreción de este ideal de **orden eterno**. Dos hechos naturales orquestaban, con su **eterna regularidad**, la vida de toda una civilización: el recorrido de sur a norte del río Nilo, y el recorrido de este a oeste del sol⁸. La marcha del sol, regulaba los ritmos diarios. La crecida del Nilo, los ritmos estacionales. Por lo tanto, estos dos hechos simbolizaban la presencia concreta del orden divino en la vida cotidiana. **El orden era, para los egipcios, algo sagrado, en tanto que era impuesto por los dioses**. Y este orden se representaba simbólicamente en la arquitectura monumental. De esta manera, **la arquitectura monumental egipcia reproduce el cosmos organizado, y por eso debe, a su vez, organizarse con la perfección del número**.

Efectivamente, las pirámides están organizadas según el número. Herodoto⁹ aprendió de los sacerdotes de Heliópolis una serie de relaciones entre sus planos¹⁰. Una de estas relaciones dice que el cuadrado de la altura de la pirámide es igual al área (superficie) de cualquiera de sus caras triangulares. Si ***h*** es la altura de la pirámide, ***2b*** es la base y ***x*** la altura de cualquiera de sus caras triangulares, entonces esta relación puede expresarse como:

$$h^2 = bx$$

⁴ Ibídem.

⁵ Ref. 5.

⁶ Ref. 4.

⁷ Ref. 6.

⁸ Estos dos hechos determinan los cuatro puntos cardinales.

⁹ Historiador griego del siglo V a.C.

¹⁰ Ref. 7.

Esta relación se conoce como *Relación de Herodoto*. Por otro lado, aplicando el *Teorema de Pitágoras* se obtiene una segunda relación, común a cualquier pirámide:

$$x^2 = b^2 + h^2$$

Combinando ambas ecuaciones se obtiene la siguiente relación entre la altura de la pirámide y uno de los lados de su base:

$$\frac{h}{b} = \Phi = 1,618\dots$$

donde Φ es el *número de oro*, cantidad irracional sobre la que volveré repetidamente a lo largo del presente trabajo¹¹.

A partir de estas relaciones es posible derivar otras dos:

1) relación de la superficie total de la pirámide a la superficie de las cuatro caras triangulares:

$$r_1 = \frac{1 + \Phi}{\Phi}$$

2) relación de la superficie de las cuatro caras triangulares a la superficie de la base:

$$r_2 = \Phi$$

Es decir que aparece un *encadenamiento de relaciones de proporción basadas en el número Φ* .

El conocimiento matemático de los antiguos egipcios fue empírico y aplicado a casos concretos. La posibilidad de enunciar lógicamente ciertos principios es muy posterior. No obstante, el desarrollo alcanzado por sus matemáticas les permitió la elaboración de cálculos sumamente complicados¹². Se cree que Pitágoras realizó largos viajes por Egipto, durante los cuales aprendió las ciencias de la geometría y la aritmética¹³. Volveré sobre este punto más adelante. Por el momento, me interesa destacar la recurrencia de la proporción áurea en la arquitectura egipcia. El historiador M. Ghyka ha encontrado otras interesantes relaciones en la cámara del rey de la Pirámide de Cheops, y en otros monumentos sagrados de Egipto, todas

¹¹ Ver la segunda parte de este trabajo.

¹² El sistema matemático egipcio era de tipo aditivo. Este tipo de sistemas posee serias limitaciones de cálculo. Los sistemas de tipo posicional, como el que actualmente manejamos, brindan mayores posibilidades, y resultan mucho más prácticos y poderosos. Para más detalles ver Ref. 2, Ref. 8 y Ref. 9.

¹³ Ref. 10. Ref. 11, tomo II, cap. I.

ellas basadas en el número irracional Φ ¹⁴. Este es un número que ha condicionado la estética occidental, según veremos en la segunda parte del trabajo. De lo arriba expuesto se concluye que su vinculación con el arte sagrado se remonta por lo menos al siglo XXV a.C.; es decir que tiene una antigüedad de al menos 4500 años.

La India y el Lejano Oriente: A partir del siglo XVII a.C. llegaron al valle del río Indo sucesivas oleadas de invasores de raza aria, los cuales sojuzgaron a los pueblos nativos imponiéndoles su religión. Con el tiempo las deidades nativas (drávidas) e invasoras (vedas) fueron incorporadas a una única religión: el Hinduismo¹⁵. Los Brahmanes fueron los grandes guías que condujeron a esta síntesis. La civilización del Valle del Indo llegó a alcanzar un altísimo grado de conocimiento matemático¹⁶. A ella debemos una gran porción de nuestro actual conjunto de herramientas matemáticas. Fueron los creadores del sistema de numeración decimal con notación posicional, de uso corriente en Occidente desde fines del siglo XVI. Los numerales que actualmente usamos se originaron, asimismo, en esta cultura¹⁷.

La pericia en el manejo de la geometría alcanzada por los hindúes fue impulsada por los requisitos del ritual. La realización de altares y templos requería de un profundo conocimiento de los principios de la geometría. Sin embargo, esta sabiduría jamás llegó a plasmarse en forma de conocimiento científico organizado. Tal como en Egipto y en la Mesopotamia, en la India no existieron teoremas, sino **reglas**. Estas reglas no son el resultado de una demostración, sino que obedecen a la necesidad de subordinar la construcción a formas consideradas como perfectas.

Los altares constituyen uno de los ejemplos más sorprendentes del uso ritual de la matemática. Eran objetos sagrados, y se los consideraba dotados de poderes para enfrentar la adversidad. Se construían con ladrillos cortados según dos formas geométricas fundamentales, el cuadrado y el triángulo rectángulo, y dos formas geométricas derivadas de las anteriores, el paralelepípedo inclinado y el trapecio rectangular. Una de las formas más corrientemente empleada era el altar en forma de halcón. El vuelo del halcón es uno de los más perfectos de la Naturaleza, y se supone que el altar en forma de halcón reflejaba el deseo del constructor de alcanzar los cielos¹⁸. El altar se construía en cinco capas superpuestas, de 200 ladrillos cada una. Esta forma de construcción emplea, por lo tanto, un total de 1000 ladrillos. Es probable que este número fuese considerado como **sagrado**, puesto que, como enuncié anteriormente, los hindúes fueron los creadores del sistema decimal, y el número 1000 es la tercera potencia del número 10, base de dicho sistema¹⁹. Las capas de ladrillos no eran idénticas: las capas primera, tercera y quinta seguían una disposición, mientras que las capas segunda y cuarta, seguían otra diferente. Como resultado, ningún ladrillo apoyaba sobre otro de igual forma y tamaño, cumpliendo así con las exigencias del complicado ritual de construcción.

¹⁴ Ref. 11, Tomo I, cap. III.

¹⁵ Ref. 12.

¹⁶ Ref. 2, Cap. VI, VII y VIII.

¹⁷ Ref. 8, Cap. 2. Ref. 13.

¹⁸ Ref. 8, cap. 2. El autor cita como fuente el libro sagrado *Taittiriya Samhita*.

¹⁹ $1000 = 10 \times 10 \times 10$.

Los altares ceremoniales planteaban "...los problemas más desafiantes en su construcción..."²⁰. Uno de estos problemas consistía en aumentar el área del altar conservando la forma y la proporción. Dadas las formas geométricas empleadas en los ladrillos, *todas ellas reductibles a triángulos rectángulos*, resulta bastante obvia la necesidad de manejar el *Teorema de Pitágoras* para conservar las proporciones al variar el tamaño de las edificaciones. Con este fin, se aplicaban reglas de duplicación del área de un cuadrado o de un rectángulo. Estas reglas pueden enunciarse como sigue²¹:

Regla de duplicación del área de un rectángulo: La cuerda diagonal de un rectángulo produce, al construirse sobre ella un cuadrado, lo que producen a la vez el largo y el ancho.

Regla de duplicación del área de un cuadrado: La cuerda diagonal de un cuadrado produce, al construirse sobre ella otro cuadrado, el doble del área del cuadrado original.

Puede demostrarse que, efectivamente, estas reglas no son otra cosa que el enunciado del *Teorema de Pitágoras*. Pero en este caso no surge como un enunciado lógico, sino que deriva de *reglas rituales de construcción*.

La arquitectura sagrada de la India se basó asimismo en complejas relaciones matemáticas, desconocidas en Occidente²². La teoría de las proporciones en la India deseaba, ante todo, establecer una relación favorable entre la obra del hombre y la Naturaleza: "...una especie de relación entre arquitectura y Naturaleza establecida sobre la base de las fuerzas invisibles antes que sobre la armonía estética..."²³. El siguiente párrafo, extraído del especialista en arquitectura hindú A. Volwahren, pone en evidencia la gran diferencia existente entre el concepto de proporción imperante en India y en Occidente: "...En el contexto de los cánones indios, la palabra proporción no se concibe como una simple relación de medida entre dos o varias partes de una edificación... la doctrina (de las proporciones) no se limita a proporcionar los diferentes elementos de un templo para satisfacer aspiraciones estéticas..."²⁴, sino que busca, antes que nada, armonizar el edificio con la *Norma Cósmica*²⁵.

A través de formulas estrictas se incorporaban a la arquitectura ciertos números considerados como mágicos. Estos números tenían por finalidad propiciar una relación favorable entre la obra a emplazar y el resto del mundo, incluidos los dioses. Las ecuaciones se aplicaban al *ancho*, *longitud*, y *perímetro* del edificio, determinando así sus medidas. También existían expresiones matemáticas para calcular el día propicio para el inicio de la

²⁰ Ref. 8, pág. 89.

²¹ Ref. 18.

²² Ref. 15.

²³ Ref. 16, pág. 44.

²⁴ Ref. 15, pág. 49.

²⁵ *Ibíd.*, pág. 43.

edificación, y otras, de importancia menor, que tenían en cuenta la casta del fundador y la duración del templo. En las ecuaciones ingresaban números que simbolizaban las ocho orientaciones cardinales, los planetas, los signos zodiacales, la duración del mes y de la semana, etc. El conjunto así formado configuraba un complicado sistema de seis ecuaciones, sobre el cual se imponían, además, otras restricciones adicionales²⁶. Lamentablemente ignoramos de qué manera se las arreglaron los sacerdotes brahmánicos para resolver semejante conjunto de ecuaciones. Dicha resolución constituía la primera fase de la construcción del templo.

La segunda fase era el trazado de la planta. Este trazado seguía reglas geométricas muy estrictas, asociadas siempre a la simbología religiosa. El primer paso era delinear la **mandala**. La **mandala** es el **principio estructurador** tanto del templo como de la ciudad. Es una estructura concéntrica, que sugiere el pasaje de estado en estado, desde lo material a lo espiritual. Es emblema del **cosmos**, e instrumento para alcanzar el más alto grado de concentración en la meditación²⁷. La planta de todo templo hindú es, esencialmente, una mandala de forma cuadrada, orientada según los puntos cardinales. Por otro lado, para el constructor hindú las formas geométricas llevaban asociadas un símbolo. El **cuadrado** simbolizaba la forma **perfecta**, estática, el absoluto, manifestación del principio supremo de todas las cosas. Era el **triunfo del orden sobre el caos**. Por lo tanto el trazado de las plantas de los templos, al obedecer al cuadrado, era al mismo tiempo el símbolo del triunfo del **orden** sobre el **caos**, y la representación de la **mandala**.

También se recurría al **triángulo**, y particularmente al triángulo equilátero: "...el empleo del cuadrado como esquema fundamental, y del triángulo equilátero como principio de composición, se deben principalmente a motivos religiosos. Cada cuadrado servía de residencia a una divinidad, y la situación del cuadrado en la planta dependía de la importancia del dios. El cuadrado principal se destinaba a Brahma... Un templo hindú, en cierta manera, representa un modelo cultural del mundo..."²⁸. En tercer lugar, se empleaba también el **círculo**, que simbolizaba lo cíclico, el movimiento, lo que muta o varía; por lo tanto, se vinculaba al mundo terrenal. De esta manera, en el trazado de la planta del templo, al incluir tanto el cuadrado como el círculo, simbólicamente el mundo celeste y el terrestre se encontraban y fundían: "...Cada templo... era un **axis mundi**, un centro sagrado en el que el mundo celeste, el terrestre y aún el inferior, se encontraban..."²⁹.

El simbolismo asociado a la mandala, y al cuadrado, podrá ser mejor comprendido a la luz del mito que lo origina. El mito del *Vastu Purusha* relata que una cosa informe y sin nombre llenaba Cielo y Tierra. Los dioses le comprimieron contra la Tierra, de cara al suelo. Luego Brahma ordenó a los dioses que la ocuparan y la llamaran *Vastu Purusha*. Entonces

²⁶ Ref. 15.

²⁷ Literalmente, *mandala* significa **círculo**, aunque su forma real no siempre obedece a esta geometría.. Se lo asocia con los cultos de la India y el Tibet, pero en realidad es un símbolo universal del cosmos. Los antiguos sistemas celestiales aristotélico y ptolemaico no son más que *mandalas*: sucesiones concéntricas de círculos. En las religiones orientales tienen un uso ritual que propicia la meditación. Todas las *mandalas* orientales son, de hecho, *yantras*, objetos rituales a los que me referiré un poco más adelante. Ver Ref. 14 y 17, y notas 32 y 33.

²⁸ Ref. 15, pág. 4.

²⁹ Ref. 16, pág. 58.

Vastu Purusha es "...la forma en que existe el ser ordenado, el mundo sensible..."³⁰ desde que los dioses lo dispusieron así. El mito también describe a *Purusha* como un viejo al que los dioses mantienen aprisionado contra el suelo. De esta manera la *mandala* es la forma en la que el *Purusha* se encuentra encerrado, o **la forma en que el caos ha sido ordenado**. A su vez, la *mandala* se divide en pequeñas porciones o *pada*, y cada una de ellas representa el sitio de una divinidad: "...Cada una divinidad que lo mantiene prisionero cubre una pequeña porción cuadrada..."³¹.

Si el cuadrado es la forma perfecta y la representación del orden, entonces la única forma perfecta de dividir un cuadrado es hacerlo, a su vez, en cuadrados menores. Cada uno de estos cuadrados menores, o *pada*, es la residencia de un dios. Los libros sagrados del hinduismo indican que sólo hay 32 maneras posibles de dividir la *mandala* en *padas*. La más simple es conservar el cuadrado de la *mandala* íntegro, y se corresponde con el cálculo del cuadrado de la unidad, ya que $1 \times 1 = 1$. Las demás formas consisten en dividir la *mandala* en **4, 9, 16, 25, 36, ...** hasta **1024** pequeños cuadrados idénticos. Observamos que esta manera de dividir el cuadrado original corresponde a la siguiente regla:

$$2 \times 2 = 4$$

$$3 \times 3 = 9$$

$$4 \times 4 = 16$$

$$5 \times 5 = 25$$

$$6 \times 6 = 36$$

y así sucesivamente hasta llegar a

$$32 \times 32 = 1024$$

Se trata entonces de la *serie de los cuadrados de los números naturales desde el 1 hasta el 32*. En el centro se ubica Brahma. Próximos al centro se encuentran los dioses esenciales. Y en la periferia, los dioses inferiores de la jerarquía celestial.

Existen otros elementos del arte hindú que nos hablan del profundo conocimiento de la geometría que poseía este pueblo. Los *sriyantra* eran objetos diseñados para el culto³²: la contemplación de sus intrincadas formas geométricas inducía a la meditación. Los más antiguos *sriyantra* hallados datan del siglo VII d.C., pero estos objetos ya son nombrados en escritos védicos del siglo XII a.C. Se trata de complicadísimas construcciones poligonales formadas a partir de la superposición de triángulos insertos dentro de una serie de círculos

³⁰ Ref. 15, pág. 43.

³¹ Ídem anterior.

³² Ref. 8, Cap. 2. Ref. 14, cap. V. No existe una palabra en castellano que sea un equivalente exacto de la palabra sagrada *yantra*. Según P. Rawson, (Ref. 14, pág. 64) "*el yantra es un núcleo de lo visible y cognoscible, un diagrama interrelacionado de líneas por medio del cual se concentran las energías visualizadas*". Los *sriyantra* se emplean aún hoy en diversos cultos orientales, entre ellos el Hinduismo y el Budismo. Se los elabora en diversos materiales: sobre papel pintado, trazados sobre polvo en el suelo, e incluso tallados en cristal de roca. La contemplación de estos objetos induce en los orantes un alto grado de concentración.

concéntricos. En el interior de los círculos, quedan determinados 43 pequeños triángulos, dentro de los cuales residen los dioses. Un camino posible de meditación debe recorrer la figura desde el exterior hacia el interior, atravesando la frontera cuadrada con sus cuatro puertas³³. El exterior representa el reino del *desorden y el caos*, y las puertas permiten el acceso al *reino de los dioses y el orden*. El camino inverso, desde el interior hacia el exterior, representa la evolución desde la armonía estática hacia la diversidad y complejidad del caos.

La construcción de los *sriyantra* plantea complejos problemas matemáticos a resolver. Uno de los más difíciles es el trazado de 9 grandes triángulos, que, al cruzarse entre sí deben dibujar de manera *exacta y perfecta* 43 triángulos más pequeños donde residen los dioses. Evidentemente, los triángulos mayores deben guardar entre sí proporciones y distancias bien determinadas para que su intersección dibuje exactamente 43 triángulos menores. A lo largo de toda la figura resultante deben producirse cruces de a 3 líneas, exactamente en un punto. Deseo hacer hincapié en el grado de dificultad que presenta este trazado ya que debe lograrse, sin margen para el error, que se produzcan intersecciones precisas en todo el espacio del dibujo.

Existen *sriyantras* aún más complicados, en los cuales los 9 triángulos mayores no son triángulos euclidianos³⁴ sino *triángulos curvos*. Se trata de triángulos cuyos tres lados están formados por líneas curvadas, tal como se verían si estuviesen trazados sobre una esfera. Son idénticos a los triángulos de las modernas *geometrías de Riemann*, o geometrías no euclidianas³⁵. Los ejemplos más antiguos de *sriyantra* curvos proceden del siglo VII d.C., pero su sofisticación indica que los hindúes deben haberse iniciado en su estudio muchos siglos antes.

Entre los *sriyantra*, son destacables aquellos que fueron tallados en cristal de roca. Estos están diseñados de tal manera que concentran la luz en un único punto en su ápice, simbolizando así la concentración del orante en su más alto grado³⁶. Esta manera de tallar las rocas implica un asombroso conocimiento del problema de la *refracción* de la luz³⁷, puesto que por medio del ángulo de las talladuras se va guiando a los diferentes haces de luz que inciden sobre el cristal hasta hacerlos converger en un punto. Los *sriyantra* tallados también tenían por finalidad la meditación asociada al ritual.

³³ La mayor parte de los *yantra* obedece a un modelo general: un perímetro exterior cuadrado con cuatro puertas. En su interior hay diagramas concéntricos que representan fases sucesivas de concentración. Obviamente toda *mandala* es un *yantra*, y toda planta de templo Hindú, Jaina o Budista es también, de hecho, un *yantra*. Ver nota 27.

³⁴ La geometría euclidiana es la que se subtiende sobre espacios planos. Se caracteriza por el trazado de líneas rectas. Una de las propiedades que definen la geometría euclidiana es aquella que dice que la suma de los ángulos internos de un triángulo es de 180°. Esta propiedad permite distinguir las geometrías euclidianas de las no euclidianas, en las cuales este principio fundamental es violado.

³⁵ La geometría de Riemann es la geometría que se subtiende sobre una superficie curva, a diferencia de la geometría de Euclides que, según he enunciado más arriba, corresponde al plano. En la geometría de Riemann la suma de los ángulos internos de un triángulo puede ser mayor o menor que 180°.

³⁶ Ref. 14, cap. V.

³⁷ La refracción es el fenómeno físico por el cual un haz de luz es flexionado, o desviado, al atravesar medios diferentes.

Es evidente que en la civilización del valle del Indo las necesidades del ritual impulsaron un importante desarrollo de las matemáticas. Probablemente ésta sea una de las culturas en las que la asociación entre la matemática y lo sagrado aparece con más fuerza.

La cultura Olmeca: Las civilizaciones de Mesoamérica Precolombina plasmaron su sentido del *orden*, tal como otras culturas, en el monumento sagrado. La preferencia por la forma *ortogonal*, por la *pirámide*, y por la *organización espacial según los cuatro puntos cardinales* son algunas de las manifestaciones más claras y recurrentes de esta noción de orden. La cultura Olmeca es una de las más antiguas de Mesoamérica. Habitó en la región Oriental de México durante un período que se extiende aproximadamente desde el 1200 a.C. al 100 a.C.³⁸. Por tratarse de una cultura antiquísima y ágrafa, el estudio de sus monumentos constituye un verdadero desafío y una fuente inapreciable de información acerca de su organización social, su mitología, y sus conocimientos.

Una de las muestras más impresionantes de Arte Olmeca son las cabezas colosales. Se trata probablemente de esculturas que representan a altos mandatarios o sacerdotes, puesto que poseen tocado e insignias que indican la pertenencia a alguna de estas categorías. Están realizados a escala monumental y en piedras de gran dureza³⁹, razón por la cual se han preservado hasta nuestros días. Estos dos hechos implican casi con seguridad que se trata de monumentos que simbolizan alguna *entidad sagrada* para las comunidades que los erigieron.

Varios investigadores han intentado dilucidar si se ha empleado algún canon particular en la construcción de estos monumentos, sugiriendo incluso la posibilidad de una representación basada en la proporción áurea⁴⁰. Sin embargo, una exploración detallada de las proporciones de las cabezas indica que no fue éste el canon empleado en su diseño⁴¹. Esto no significa que las cabezas en sí no presenten uniformidad. Por el contrario, su uniformidad salta a la vista, aunque no es una uniformidad regida por el rectángulo áureo. El rasgo que aparece con mayor fuerza en estas cabezas es su similitud con el *cuadrado*, y el mejor ajuste se obtiene, a su vez, dividiendo el cuadrado en cuadrados menores.

Según se ha visto más arriba, la civilización del Valle del Indo sentía una particular preferencia por el cuadrado y sus divisiones "perfectas". El hecho de que se presente este tipo de geometría y este modo particular de división en los monumentos Olmecas, nos permite inferir que en esta cultura el cuadrado era también un *símbolo sagrado*. Asimismo, puede inferirse el conocimiento, por parte de los Olmecas, de la noción de *números cuadrados*⁴². Esta cultura pudo haber asignado, también a estos números, un carácter sagrado.

³⁸ Ref. 19.

³⁹ Ref. 19, cap. 4. Ref. 20, cap. 2.

⁴⁰ Ref. 21. Ref. 22.

⁴¹ Las relaciones matemáticas referidas al Arte Olmeca que se presentan en este trabajo son resultado de investigaciones que realiza la autora, actualmente, en el Departamento de Arte de la Fac. de Humanidades de la Universidad de Palermo, en colaboración con otros docentes. Las conclusiones serán publicadas próximamente.

⁴² Por números cuadrados entendemos los números naturales elevados al cuadrado, es decir, $1^2 = 1$, $2^2 = 4$, $3^2 = 9$, etc. Geométricamente se obtienen al dividir la base y altura de un cuadrado,

Los pueblos que han mostrado predilección por el cuadrado como forma sagrada, han investigado sus propiedades geométricas. Una de estas propiedades se refiere a su diagonal. Ya he dicho antes que el conocido *Teorema de Pitágoras* enuncia esta propiedad de forma abstracta⁴³. La *proporción armónica*, una de las más corrientemente usadas en el mundo entero y en diversas culturas, se basa justamente en las propiedades de la diagonal del cuadrado, y en su relación de proporcionalidad con los lados del mismo⁴⁴. *Proporcionar armónicamente supone un conocimiento empírico del Teorema de Pitágoras*.

En el arte olmeca existe por lo menos un objeto de *carácter ritual* que presenta indiscutiblemente proporciones armónicas. Se trata del hacha de jade que se encuentra en el Museo Británico. El análisis de esta obra permite observar importantes regularidades. Tanto la cabeza como el cuerpo son rectángulos armónicos. La división de la cabeza en líneas armónicas horizontales y verticales define completamente los rasgos del rostro: ubicación y tamaño de cejas, ojos, boca, y nariz. El cuerpo del hacha admite también un análisis armónico, a partir del cual se delimitan el área del cinturón, la línea de los pulgares y la región genital. De este estudio resulta evidente que la estructuración rectora es *armónica*. Se trata de un único objeto analizado hasta el momento. Sin embargo el ajuste a la división armónica es tan perfecto que no puede ser una mera coincidencia. De este análisis podemos concluir nuevamente que *el cuadrado y sus propiedades* no sólo eran bien conocidos por los olmecas, sino que aparecen asociados a objetos de *carácter sagrado*.

En resumen, el estudio de estas obras nos permite inferir que los olmecas llegaron a tener un amplio dominio de la geometría, que les permitió manejar a nivel empírico el Teorema de Pitágoras. Tal como ha ocurrido en otras culturas, ciertas formas geométricas fueron consideradas sagradas, y se asociaron al ritual. El cuadrado parece haber sido una de estas formas sagradas, según se deduce de la construcción de las cabezas y del uso de la proporción armónica en objetos de uso ritual.

Conclusiones: Hemos visto tres civilizaciones que, habitando en lugares muy diferentes del planeta, coinciden en incorporar ciertas nociones matemáticas en sus objetos de uso ritual o en sus monumentos conmemorativos. En las tres culturas aparecen ciertos elementos comunes: la *ortogonalidad* como manera primaria de organización espacial, el

sucesivamente, en 1 parte, 2 partes iguales, 3 partes iguales, etc. Esta noción geométrica, intuitiva, de números cuadrados fue la que se manejó en la Antigüedad. Los pitagóricos representaban los números cuadrados de esta manera, es decir, geoméricamente. Ver la segunda parte del trabajo.

⁴³ Ver las reglas rituales de construcción del brahmanismo.

⁴⁴ El término proporción armónica es bastante ambiguo, y posee diversos significados. Discutiré ampliamente el tema en la segunda parte del trabajo. Por el momento consideraré que la proporción armónica es la que relaciona el lado del cuadrado con su diagonal. Si d es la diagonal, y l el lado del cuadrado, entonces esta relación se expresa como $d = 1,4142 l$. Es común confundir las proporciones armónicas con las proporciones áureas. Pero se trata de dos sistemas completamente diferentes. La proporción áurea se basan en la relación $a/b = 1,618$, donde a es el lado mayor del rectángulo, y b su lado menor. La proporción armónica se basa en la relación $a/b = 1,4142$ (raíz cuadrada de 2), donde a es el lado mayor y b el menor del rectángulo.

cuadrado como forma geométrica asociada a lo sagrado, y el manejo a nivel empírico del **Teorema de Pitágoras**, en algunos casos fuertemente vinculado a la construcción de objetos sagrados. En el caso de Egipto, la construcción de las pirámides implica proporcionar diferentes partes según relaciones que involucran al número **F**. En particular, los planos de las pirámides presentan relaciones encadenadas según este módulo común. Según veremos en la segunda parte del trabajo, este encadenamiento de relaciones de proporción será una condición fundamental de la arquitectura occidental, transmitida a través de Vitruvio⁴⁵. Su origen se encuentra probablemente en principios pitagóricos. Y como ya adelanté, se cree que Pitágoras absorbió éstas y otras nociones durante los largos viajes que realizó por Egipto y regiones del Cercano Oriente Antiguo.

La civilización del Valle del Indo mostró una particular inclinación por las matemáticas. Fue una de las pocas culturas de la Antigüedad que desarrolló un sistema numérico con notación posicional. Fue asimismo creadora del sistema decimal. Estas dos condiciones hicieron de su sistema numérico uno de los más prácticos y poderosos, razón por la cual ha perseverado hasta nuestros días⁴⁶. Esta cultura amante de las matemáticas elevó a la categoría de sagradas ciertas propiedades geométricas y aritméticas, transformándolas en parte integrante de su ritual.

De la cultura Olmeca es poco lo que sabemos. Sin embargo podemos inferir que también estos pueblos asignaron carácter sagrado a ciertos números y formas geométricas. La presencia de estos elementos en sus obras de arte cultural nos permite conocer algo acerca del desarrollo de sus matemáticas. Hemos visto que, seguramente, conocían las propiedades geométricas del cuadrado, y, probablemente, manejaban la segunda potencia de los números naturales. Se sabe que el sistema de numeración maya fue uno de los más completos y complejos de la historia de las matemáticas⁴⁷. Hoy en día existen hipótesis que suponen que el origen de este magnífico sistema se sitúa, precisamente, en el pasado Olmeca⁴⁸. Las conclusiones aquí presentadas muestran que el conocimiento matemático de los olmecas fue suficientemente importante como para servir de base a desarrollos posteriores, que podrían haber culminado en dicho sistema.

¿Qué es lo que lleva a civilizaciones diferentes y distantes entre sí a incorporar, casi como una regla, al número en su arte sagrado? Podríamos responder que son las necesidades constructivas las que impulsan esta iniciativa. Sin embargo, esta respuesta no alcanza a explicar por qué razón, entonces, aparece con tanta frecuencia el número en objetos tales

⁴⁵ Ref. 11, cap. 3.

⁴⁶ Ref. 2. Ref. 8. Ref. 9.

⁴⁷ Ref. 8. Ref. 9.

⁴⁸ El sistema de numeración maya consiste en un código de barras y puntos. En algunas piezas de piedra olmecas, como la *estela C de "Tres Zapotes"*, se han encontrado incisiones de puntos y barras, similares al sistema maya. También se han hallado glifos, semejantes al sistema de escritura de esta civilización. Estos hallazgos están incompletos, razón por la cual la reconstrucción del sistema es imposible. Pero permiten plantear la hipótesis de que tanto el sistema de escritura como el de numeración de la civilización maya pudieron haberse originado en la cultura Olmeca. Agradezco esta información a la Lic. M. A. Bovisio, de la Cátedra de Arte Precolombino de la U. P.

como los *sriyantra* hindúes o las hachas ceremoniales Olmecas. La necesidad de incorporar el número al objeto sagrado parece obedecer a otras causas.

El orden de la naturaleza, con sus regularidades inmutables, trasciende al hombre. Todo en la naturaleza está ordenado. La sucesión de los días y las noches. Los ciclos estacionales de los cuales depende el hombre para sobrevivir. La marcha de los astros en el cielo. La salida y declinación diaria del sol, y la orientación cardinal que deriva de este ciclo. Y este orden obedece al número y a la geometría: esas son las herramientas con las cuales, desde tiempos remotos, cuenta el hombre para descifrar los secretos del cosmos. Hoy explicamos este orden recurriendo a las ciencias. Pero las civilizaciones incipientes recurrieron al mito y a la acción de las divinidades. Por lo tanto, en sus cosmogonías, ***son las divinidades las que imponen el orden, las que organizan la naturaleza según el número.*** Este orden debe reflejarse en el monumento y el artículo ritual. A través del número el hombre puede, ***a la manera de los dioses,*** imponer el orden en sus obras. Por lo tanto, a través del número el hombre se acerca, al menos en cuanto a su labor creadora, al demiurgo. Y también a través del número es que el hombre puede llegar a entender la naturaleza, que es la obra de los dioses, y a predecir sus ciclos. El número es, entonces, ***una herramienta invaluable que tiende un puente entre lo imperfecto en la faz de la tierra, y lo perfecto, lo sagrado, que impera en los dominios de la divinidad.***

Referencias:

- 1-. **Redman, C.:** *"Los orígenes de la civilización"*. Cap. 7. Ed.....1990.
- 2-. **Childe, G.:** *"Los orígenes de la civilización"*. F.C.E.
- 3-. **Abbagnano, N.:** *"Diccionario de Filosofía"*. F. C. E., México, 1996.
- 4-. **Dukelsky, C.:** *"Influencia de las creencias religiosas en el arte egipcio"*. Bs. As., Opfyl, 1994.
- 5-. **Hart, G.:** *"Mitos Egipcios"*. Ed. Akal, Madrid, 1994.
- 6-. **Schulz, C. N.:** *"El significado en la Arquitectura Occidental"*. Vol. 1. Ed. Summa, Bs. As., 1979.
- 7-. **Gideion, S.:** *"El presente eterno: Los comienzos de la arquitectura"*. Ed. Alianza Forma, Madrid, 1992.
- 8-. **Barrow, J. D.:** *"La trama oculta del universo"*. Ed. Crítica. Serie Drakontos. Barcelona, 1996.
- 9-. **Ifrah, G.:** *"The Universal History of Numbers"*. John Wiley and Sons, Inc. USA, 2000.
- 10-. **Guthrie, K. S.:** *"The Pythagorean Sourcebook and Library"*. Ed. Phanes Press, Michigan, USA, 1987.
- 11-. **Ghyka, M.:** *"El número de oro"*. Ed. Poseidón, Barcelona, 1992.
- 12-. **Ions, V.:** *"Indian Mythology"*. Chancellor Press, London, 1997.
- 13- **Filliozat, P. S.:** *"El triunfo del cero"*. Correo de la Unesco, Nov. 1993, p. 30 a 33.
- 14-. **Rawson, P.:** *"El arte del Tantra"*. Ed. Destino, Thames and Hudson. Barcelona, 1992.
- 15- **Volwahren, Andreas:** *"Arquitectura de la India"*. Colección Arquitectura Universal. Ed. Garriga, Barcelona, 1971.
- 16- **Bussagli, M.:** *"Arquitectura Oriental", Tomo I.* Historia Universal de la Arquitectura. Ed. Aguilar, Madrid, 1989.
- 17-. **"Sacred Symbols: Mandala"**. Ed. Thames and Hudson, London, 1995.

18- Zimmermann, F.: *"Lilavati, la graciosa geometría"*. Correo de la Unesco, Nov. 1989, p. 18 a 21.

19- Kubler, G.: *"Arte y Arquitectura en América Precolonial"*. Manuales de Arte Cátedra, Madrid, 1986.

20- Miller, M. E.: *"The Art of Mesoamérica"*. Thames and Hudson. London, 1996.

21- De la Fuente, B.: *"El orden y la naturaleza en el arte olmeca"*.

22- Historia Universal del Arte. Tomo 10, pág. 118 y 119. Editorial Planeta, 1992.
