Revista Latinoamericana de
Etnomatemática
E-ISSN: 2011-5474
revista@etnomatematica.org
Red Latinoamericana de Etnomatemática
Colombia

Jaén Rojas, Alejandro

Los modelos etnomatemáticos de representación cosmogónica en los pueblos indígenas Americanos

Revista Latinoamericana de Etnomatemática, vol. 8, núm. 2, junio-septiembre, 2015, pp. 496-518
Red Latinoamericana de Etnomatemática
San Juan de Pasto, Colombia

Jaén Rojas, A. (2015). Los modelos etnomatemáticos de representación cosmogónica en los pueblos indígenas americanos. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 8(2), 496-518.

Artículo recibido el 3 de noviembre de 2014; Aceptado para publicación el 14 de mayo de 2015

Los modelos etnomatemáticos de representación cosmogónica en los pueblos indígenas Americanos

Ethno mathematical models of cosmogonic representation in American indigenous peoples

Alejandro Jaén Rojas[1]

Resumen

El propósito en este artículo es el de mostrar y analizar diversas formas de representación que utilizaron o, utilizan aun los indígenas americanos de diversas culturas. Algunas formas de representación, consideradas comúnmente como motivos decorativos, parecen responder a un sistema lógico muy preciso, que podría tener el propósito central de expresar y guardar conocimientos cosmogónicos. Para tal efecto, los indígenas de diversos pueblos, recurrieron a estructuras y formas de representación matemáticas, que les permitían guardar conocimientos astronómicos, calendáricos, de las cosechas, censos, entre otros, y luego expresarlos como mitos, integrados dentro de su espacio cosmogónico. Resulta sorprendente ver como algunas formas de representación, como las grecas escalonadas, pasan de una cultura a otra, desde Alaska hasta la Patagonia, en lo que parecen ser modelos de representación, que se difundieron muchos siglos antes de la llegada de los españoles a América. La razón por la cual, estos modelos de representación se generalizan, a lo largo de distancias enormes y entre los pueblos más diversos, es porque son conocimientos que surgen ligados a los tejidos. Hasta donde sabemos, casi la totalidad de los indígenas tejían en algodón o diversas fibras, con lo cual, una vez iniciado el proceso de guardar informaciones todos ellos contaron con una base simple y sólida para fortalecer el proceso de recopilación de datos, y guardarlos con precisión. Muchos son los ejemplos de cómputos realizados con mecates, al estilo de los quipus suramericanos. En el arte de tejer surgen conocimientos matemáticos que les permitieron guardar informaciones muy variadas: calendáricas, astronómicas, culturales, entre otras, que luego eran expresadas como una visión de mundo, una cosmogonía.

Palabras clave: Modelos Etnomatemáticos; Cosmogonía; Artefactos; Grecas Escalonadas; Modelos de representación.

Abstract

Diverse forms of representation used in the past and in the present by American indigenous peoples of many cultures are pointed out and analyzed in this paper. Some representations commonly analyzed as mere decorative motifs, are considered now as parts of a very precise and logical system of expressing and storing cosmological knowledge. Following that aim, multiple indigenous peoples turn to structures and mathematical forms of representation that could allow them to save data related to astronomy, calendars, harvest knowledge, censuses, among others. The resulting myths were integrated as part of their cosmogonic space.

Outstanding representations of Stepped fretworks have passed from one culture to another, from Alaska to the Patagonia, in models of representation apparently widespread during centuries before the arrival of the Spaniards to America. The reason why these models are generalized through very long distances and very diverse peoples, is explained by the relation of all their knowledge to the creation of weaved textiles. As far as we know, a majority of the indigenous peoples weaved cotton or other fibers, which created a simple and solid base to save information precisely once the data collection process had started. The examples for computations made using cords, as in the Quipus in South America, are multiple. The art of weaving related to mathematical knowledge has allowed for the saving of varied information related to calendars, astronomy, culture, and others, that were later expressed in a vision of the world and, finally, in a cosmogony.

Key Words: Ethnomathematical Models; Cosmogony; Artifacts; Stepped fretworks; Representations models

[1] Doctor en Educación; Profesor e Investigador. Universidad de La Salle, Costa Rica. Email: ajaen24@yahoo.com

INTRODUCCIÓN

Presentamos un artículo de reflexión sobre las formas de representación gráfica que tradicionalmente han utilizado e incluso, utilizan hoy los indígenas del continente Americano. Con gran frecuencia estas formas de representación fueron consideradas como simples motivos pictóricos decorativos para adornar las telas, cerámicas o artesanías. Pensamos que hay suficiente evidencia para demostrar que al menos algunas formas de representación (figura 1) fueron usadas por los indígenas precolombinos, para guardar información relativa a los conocimientos que consideraron de mayor relevancia, a saber, la cosmogonía, los censos, las cosechas, las revoluciones de los planetas, o algunos calendarios considerados de gran importancia como el calendario sagrado de 260 días (tzolkin) el de 360 días, el de 364 o 365 días, entre otros. Incluso los saberes cosmogónicos están en estrecha relación con sus conocimientos médicos, aunque los vínculos entre ambas materias para nosotros resulten prácticamente incomprensible.

Para investigar estos temas recurrimos a diversas hipótesis que se encuentran concatenadas, pero que se pueden sintetizar de la siguiente manera:

1- Partimos de la hipótesis de que muchos de los conocimientos matemáticos de los pueblos indígenas de América surgieron ligados a los telares.
2- Las pirámides escalonadas de la América precolombina son representaciones arquitectónicas de lo par y lo impar, números al cuadrado, al cubo, o de otras propiedades de los números.
3- Diversos modelos de representación gráfica guardan información codificada, en especial los modelos conocidos como grecas escalonadas.
4- La información se guardó en los más diversos soportes: telas, cerámicas, objetos en oro, esculturas en piedra, ranchos tejidos en paja, entre otros.
5- Los indígenas precolombinos tenían sistemas integrados de producción de conocimientos.

Figura 1. Algunos ejemplos de sistemas de representación tomados del Museo de Jade costarricense.
Fuente: Fotos Jaén A. 2015

Aunque en no pocos casos, en los indígenas actuales, hay procesos de sincretismo y pérdida cultural, producto de los roces con otras culturas, asombra, sin embargo, la gran similitud que se encuentra entre algunos diseños precolombinos y los diseños actuales. Da la impresión que, durante siglos, las informaciones fueron pasadas de padres a hijos, perpetuando una tradición ancestral.

Figura 2. Greca escalonada copia de sello precolombino del Museo de Oro Costa Rica.
Fuente: Foto de Jaén A. 2015.

Más sorprendente es el hecho que algunos diseños, o algunas formas de representación pasan, no solo de un siglo a otro, al interior de una cultura, sino que pasan de un siglo a otro, en las culturas más variadas y distantes, como si se tratara de un código considerado de gran valía, que se generalizó, en la época precolombina, de uno a otro extremo del continente americano.

Tal es el caso, por ejemplo, de las grecas escalonadas, (Figura 2) que las encontramos en los indígenas actuales desde Alaska y Canadá hasta Chile y Argentina. En algunos pueblos, las grecas escalonadas son parte esencial de sus sistemas de representación, como entre los Navajos en Estados Unidos, los Ngöbes de Costa Rica y Panamá o entre los Mapuches de Argentina y Chile. Pero las grecas las encontramos también en las pirámides escalonadas construidas mil años antes de la llegada de los europeos, en telas de hace cuatrocientos años, o en las cerámicas o telas indígenas del siglo pasado. Parecen ser un patrimonio de la América Indígena Precolombina. Es importante recalcar que, la lógica que siguieron estos pueblos, generalmente no coincide con la lógica formal de los pueblos occidentales. Incluso en no pocos casos, no solo la lógica que siguieron es otra, sino que los puntos de vista de las representaciones también son otros. Por ejemplo, una estructura piramidal puede ser representada desde varias perspectivas, dando la impresión de que se trata de diseños diferentes, cuando en realidad se trata de uno solo o, de diseños que están emparentados.

León Portilla habla de la Mesoamérica precolombina como la tierra de los libros: *"Los mesoamericanos, desde hace siglos, mejor dicho milenios, hasta el presente son un pueblo libresco que, al lado de la tradición oral, reconoce el valor perdurable del testimonio escrito." (Portilla, 2003, p. 61).* Consideramos que al lado de los libros, se desarrollaron otras tradiciones escritas, expresadas en otros soportes, ya sea porque era una tradición muy antigua o porque, cuando los españoles y otros colonizadores empezaron a quemar los libros sagrados de los mayas, aztecas, y otros tantos pueblos indígenas del continente americano, literalmente, ellos se vistieron con las páginas de sus libros, para preservar los conocimientos que consideraban sagrados.

LA UNIVERSIDAD DE LOS MECATES

Hay mucha evidencia de que los cómputos de la América Precolombina se realizaban en mecates. Con gran frecuencia se citan los quipus, de los incas de Suramérica, pero nos olvidamos de que en otras regiones del continente americano también se llevaron cuentas con mecates. David Esparza (1975), refiriéndose a los cómputos de los olmecas, nos dice que, etimológicamente, olmeca significa OL= movimiento y MECATL = mecate. Olmeca significaría, movimiento del mecate o, interpretándolo sería, los que realizan cómputos trabajando con mecates. El mismo Esparza nos dice : "también la palabra calmecatl es muy importante; quiere decir, CAL =casa y MECATL = mecate, y además era el lugar para impartir la enseñanza (una especie de escuela superior).” (Esparza, 1975, p. 36).

En Costa Rica, también hay un caso muy bien documentado, de un censo realizado con mecates por indígenas talamanqueños, de la zona bribri. En 1873 Gabb, recogió los datos de un censo, pidiéndole a indígenas que le recopilaran la información, siguiendo su tradición de llevar las cuentas con nudos, y lo describe así “Este censo de cordeles, existe hoy en el museo Smithsoniano, con muchos otros artículos, que explican la vida y costumbres del pueblo.” Su libro fue reeditado más de cien años después, por el Ministerio de Cultura. (Gabb, 1978, p.99). Ese censo tiene una enorme importancia porque Gabb (1978) dejó los datos de lo que significa cada cuenta expresada en forma de nudos. Cuando se redescubrió, este censo indígena lo expuso el museo Smithsoniano en una de sus vitrinas.

Incluso, la misma palabra quipu, parece haber saltado las fronteras de los sistemas de comunicación precolombina, para expresarse, al menos en otra cultura, con un sonido casi idéntico. Ali García, reconocido investigador costarricense, de origen indígena bribri, se preguntaba en una ocasión si no habría alguna relación entre la palabra quipu, de origen quechua y, la palabra kapö, de origen bribri. En lengua bribri la palabra kapö significa hamaca. Aunque ambas palabras se escriben diferentes, porque en lengua bribri no existe la q, el sonido de ambas palabra es casi idéntico. Y lo más interesante, su sentido es casi el mismo, porque se trata de un tejido con cordeles y nudos.

Los secretos de los cómputos con mecates parecen estar basados en observaciones simples, que resultan muy evidentes para quienes desarrollan el arte de tejer. O’neale (1965), viendo tejer a las tejedoras guatemaltecas nos dice lo siguiente: “Cuando se procede a ejecutar un tejido sencillo, del tipo uno arriba, uno abajo, no existen sino dos posibilidades: los elementos impares se encuentran arriba y los pares abajo, proveyendo de esta manera un espacio entre dos capas de hilos, para el paso de la bobina, o sucede lo contrario.” (O’neale, 1965, p. 108). Luego nos dice: “La división de los hilos pares e impares sirve, pero queda siempre un nuevo cómputo por hacer.” (O’neale, 1965, p. 142). Es evidente que, para las tejedoras y los tejedores, la primera división que se hace en la urdimbre es la división entre los hilos pares e impares. Esto es muy importante, sobre todo en aquellos pueblos que desarrollaron su pensamiento matemático y privilegiaron el estudio de la astronomía. Lo par y lo impar no aparecen aquí como números abstractos, sino como algo muy concreto, son grupos de hilos, que ocupan lugares diferentes en una urdimbre.

Hablando de los pitagóricos Sheldrake (1990) nos dice: “Los números procedían del Uno, que es a la vez par e impar. Los números constituyen la sustancia del cosmos, la causa y el sustrato, las modificaciones y los estados de las cosas que existen.” (Sheldrake, 1990, p. 46).

En la América precolombina, en una tradición no pitagórica, autóctona, no influenciada ni por Europa, ni medio oriente, la India o China, los indígenas inventaron su propia vía para escudriñar los misterios de los números, los misterios de lo par y lo impar y, saltarían de las urdimbres de los telares a las urdimbres del cosmos, no solo como una idea teórica sino y, sobre todo, como sistemas de representación gráfica.

ENTRE LO PAR Y LO IMPAR

Muchos de los conocimientos de carácter matemático, en los pueblos indígenas, surgieron ligados a los telares y los tejidos, entre otras cosas, dieron origen a las cuadrículas que aparecen en toda América como modelos de representación gráfica, a las cuales Calderón (1966) le llamaba el tablero matemático:

> “El tablero o cuadrícula, vino a representar la urdimbre matemática del universo, sobre la cual se asienta el conocimiento humano y, por esta razón aparece como piso de los templos masónicos y rosacruces, como también la retícula cubre los muros interiores del cuadrángulo de las Monjas y la Casa del Gobernador de Uxmal, a la vez que forma las cresterías de los templos y observatorios mayas, como elemento arquitectónico permanente, a través de varios milenios de civilización y a pesar de las modificaciones estilísticas que se produjeron del Viejo al Nuevo Imperio.” (Calderón, 1966, p.32)

Pensamos que fueron estas cuadrículas, en una época primigenia, las primeras representaciones del cosmos. Literalmente, visualizaron el cielo como un tejido y, los conocimientos aprendidos en el arte de tejer, pasaron a transformarse en conocimiento para investigar los enigmas del cosmos. Las cuadriculas, sin ninguna división, aunque adecuadas para el estudio de la astronomía, conducen al error, porque no establece ninguna división en el cielo y, por lo tanto, se establecen con dificultad los cómputos y anotaciones para seguir la ruta de los astros. Los conocimientos aprendidos en los telares traerían, con su lógica, nuevos hallazgos, para estudiar el cielo, sobre todo en lo relativo a lo par y lo impar.

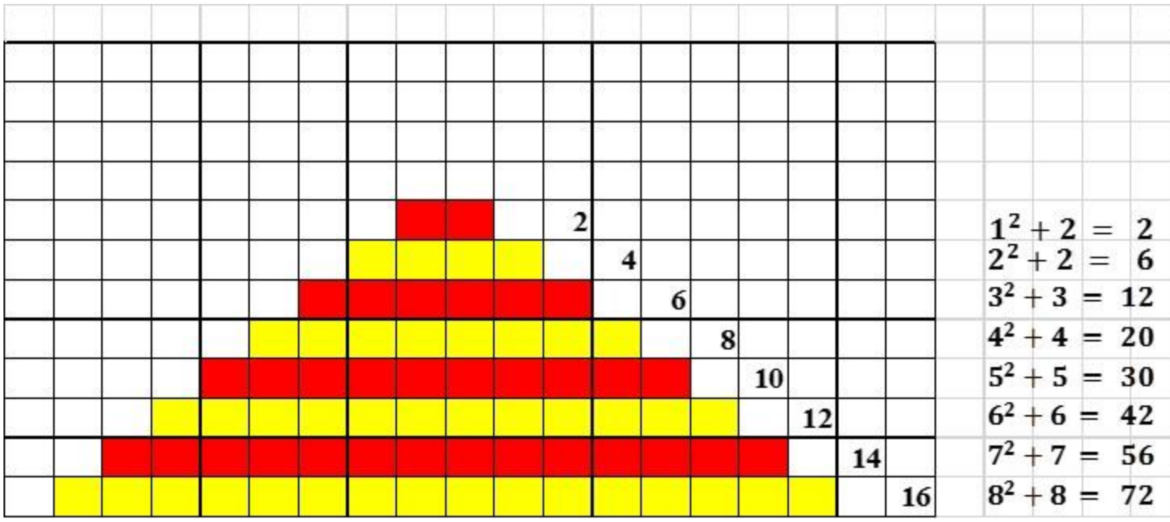

Figura 3. Pirámide par. Cada línea es un número par.
Fuente: elaboración propia

Lo par y lo impar, no solo tenía que ver con elementos de carácter práctico y gráfico, a la hora de tejer sino que, se transformaron en elementos de primer orden, en los esfuerzos para dotar al tejido y, luego al cosmos, de elementos prácticos y simbólicos para facilitar los cómputos. Lo par y lo impar se pueden expresar gráficamente, grecas escalonadas. (Ver figuras 3 y 4 sobre lo par y lo impar)

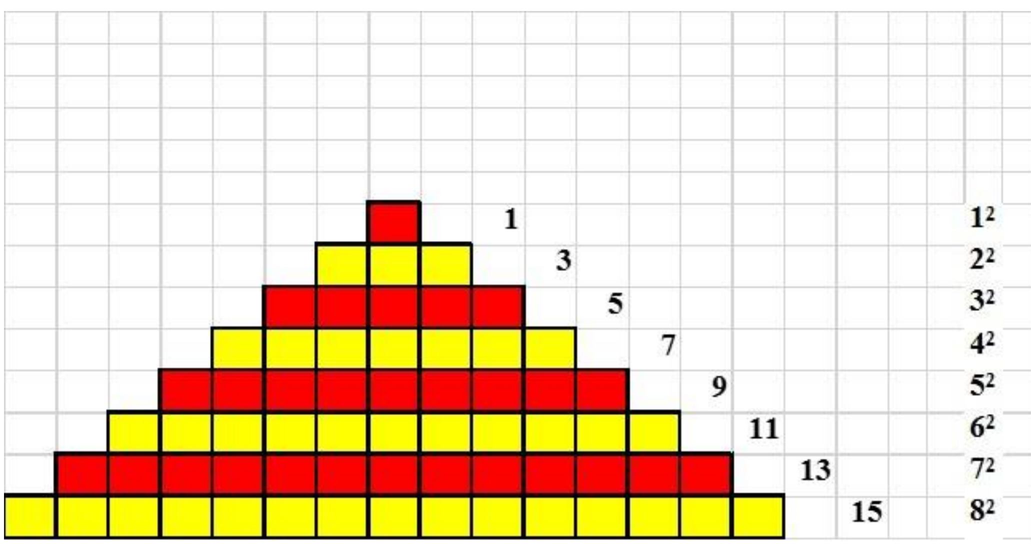

Figura 4. Pirámide impar. Cada línea es un número impar.
Fuente: elaboración propia

Partimos de la hipótesis de que las pirámides escalonadas de la América precolombina, son representaciones arquitectónicas de lo par y lo impar, o de otras propiedades de los números, de tal forma que asociamos las grecas escalonadas y las pirámides escalonadas como representaciones graficas o arquitectónicas de los mismos códigos lógicos. Las grecas escalonadas, expresan su verdadero valor, cuando las vemos inscritas en cuadriculas, o tableros matemáticos, porque permiten ordenar el espacio como una sucesión de números pares o impares. Los números impares (figura 4), no solo se pueden ordenar en forma de pirámide escalonada, sino que permiten profundizar en otro tipo de conocimiento. Al sumar números impares consecutivos obtenemos números al cuadrado. En la figura 4, podemos ver claramente cómo, en las líneas contamos números impares pero al realizar la sumatoria de las líneas, de arriba para abajo contamos números al cuadrado. Lo mismo pasa con los números pares (figura 3). En las líneas sumamos números pares, pero al realizar la sumatoria de las líneas, de arriba para abajo, los números pares se representan como $x^2 + $ x.

En la figura 4 es posible observar que la sumatoria de números impares genera un patrón de números que son cuadrados perfectos, mientras que la sumatoria de números pares (figura 3) genera un patrón numérico que corresponde al valor de un número, más el cuadrado de ese mismo número.

1	$1+3 = 2^2$
2	$1+3+5 = 3^2$
3	$1+3+5+7 = 4^2$
4	$1+3+5+7+9 = 5^2$

1	$2+4 = 2^2+2$
2	$2+4+6 = 3^2+3$
3	$2+4+6+8 = 4^2+4$
4	$2+4+6+8+10 = 5^2+5$

Figura 5. Desglose de números pares e impares.
Fuente: elaboración propia

En la figura 5 hicimos un desglose de los números pares e impares para representarlos en una tabla y observar sus características. Lo par y lo impar pueden ordenarse de manera de representar la mitad del cielo, es decir, otorgándole valores numéricos, perfectamente ordenados en una cuadrícula, que simbólicamente representan los dos elementos de la dualidad.

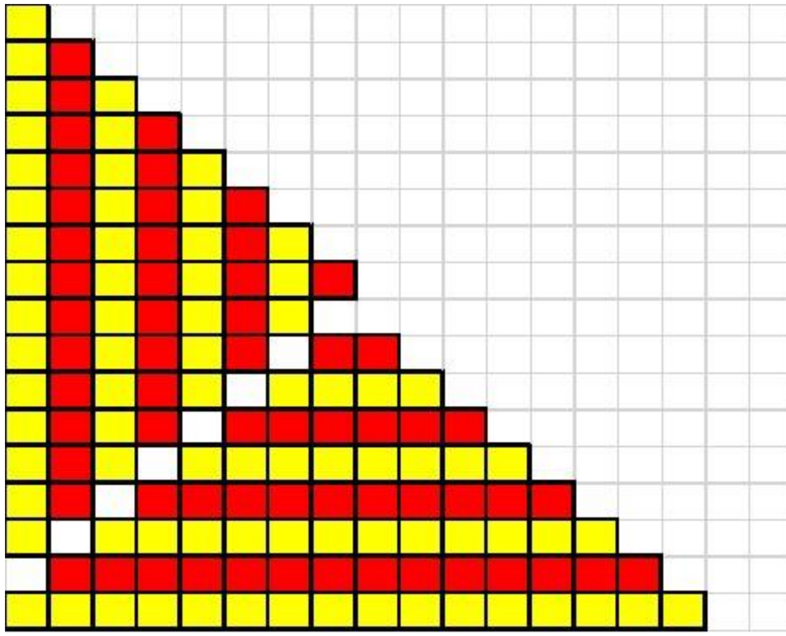

Figura 6. La mitad del cielo expresado con números pares e impares.
Fuente: elaboración propia

En la figura 6, vemos como los modelos de lo par impar, representan la mitad del cielo, razón por la cual solo queda ordenar la otra mitad.

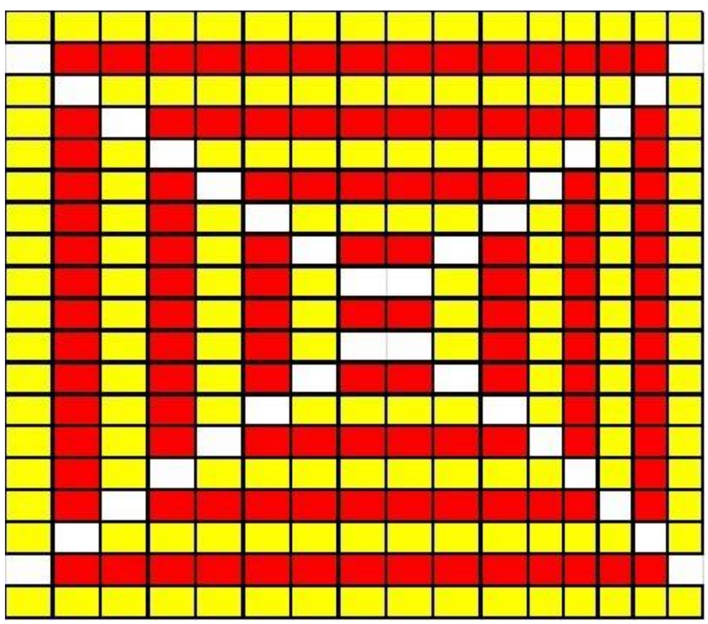

Figura 7. La totalidad del cielo expresado con números pares e impares.
Fuente: elaboración propia

En la figura 7, vemos como el cielo pasó a ser la doble representación de lo par y lo impar, solo que expresado de manera especular, es decir, cada pirámide se invierte, como si se reflejara en un espejo. Lo par se refleja hacia arriba, mientras que lo impar se refleja hacia uno de los lados. Esto es muy importante porque, para formar el cielo, se produce un doble fenómeno especular. Muchos mitos cosmogónicos indígenas se fundan en modelos especulares, lo cual parece confirmar nuestras investigaciones de que estos modelos permitían ordenar el cielo en su totalidad, otorgándole valores exactos a cada espacio para seguir la ruta de los astros sin incurrir en errores a la hora de anotar las observaciones.

Entre las divisiones de lo par y lo impar quedan las diagonales en blanco que, siendo parte del espacio, juegan un rol particular porque podrían contarse o no contarse, según corresponda al diseño o al criterio que se decida seguir.

Estos modelos permiten además una gran versatilidad, porque es posible visualizarlos desde varias perspectivas donde las representaciones, se forman solo con números impares o, solo con números pares, es decir, se rompe con la dinámica par e impar, para establecer una dinámica impar-impar, par-par. Esto permitía expresar valores diferentes con una gran creatividad, con tal soltura que, en nuestras investigaciones los empezamos a visualizar como un lenguaje no verbal, que guardaba guardan información codificada que aparece en tejidos, cerámicas u otros soportes. Sabemos por ejemplo, que en el mundo maya, al igual que en otros pueblos indígenas de América el mundo se divide en cuatro cuadrantes tal y como la podemos observar en un güipil maya, guatemalteco, (Figura 8). El mundo está dividido en cuatro cuadrantes, que son las cuatro regiones del universo y en medio de las cuales hay dos canales que las dividen y las separan. Uno de los canales (el horizontal) representa la tierra y el otro, el canal (o túnel), por el que viajan los seres míticos de uno a otro mundo.

Figura 8. Sistemas de representación en un güipil maya
Fuente: (Cavaleri, 1998, p.45)

El Museo de Telas de Lyon, en Francia, expuso en 1998, un güipil maya de Guatemala (figura 8), que se puede analizar de múltiples maneras, pero trataremos de privilegiar dos en especial: como expresión de una cosmogonía y como modelo del mundo bi o tridimensional. En la historia mítica de muchos pueblos de Mesoamérica, el cosmos se divide en cuatro grandes regiones que están divididas por dos grandes canales; uno horizontal que representa la tierra y el otro que representa un túnel vertical que permite unir todos los mundos, los mundos de abajo, la tierra y los mundos de arriba.

Para analizar el güipil (Figura 8) realizamos un diseño geométrico que muestra una trama similar (no exacta) a la que fue utilizada para concebir el güipil donde pretendemos resaltar los elementos esenciales del diseño, En el güipil, el centro es hueco, porque allí se mete la cabeza de la persona que lo va a usar. Sin embargo, desde el punto de vista simbólico, el centro hueco es el espacio de la cabeza, del pensamiento, pero es también, desde el punto de vista matemático, la expresión del cero, de lo que se mantiene vacío, para permitir nuevos cómputos. El cero, el centro, es un punto y un canal entre los mundos, según lo veamos desde una perspectiva o de otra, es el espacio que es y no es a la vez. Es, porque es espacio y, no es, porque no se cuenta, o al menos no se cuenta de la misma manera. Todo esto que parece un rompecabezas teórico, tiene en realidad una lógica muy precisa y, desde el punto de vista matemático se expresa con una gran sencillez y una gran elegancia. En el diseño geométrico que realizamos (Figura 9) marcamos el centro como hueco porque, con frecuencia, así se expresa en las historias míticas. En la historia mítica bribri y cabécar, por ejemplo, en el centro hay un túnel, que fue cavado por Áksula, el comején, para que pudieran escapar Siitami (la luna), y su hijo recién nacido, Sibö, al crecer, sería el gran dios creador. (Jara & García, 2003, p. 180). Al aparecer como hijo de la luna, Sibö podría ser Venus, porque en los calendarios la luna y Venus siempre aparecen juntos. El centro hueco puede ser visto de varias maneras: en el diseño bidimensional hay dos canales (en rojo) que cortan la estructura del cosmos. El canal horizontal representa el espacio que ocupa la tierra, la vertical (en rojo) representa el túnel que se cavó entre los mundos. En algunas historias hay cuatro mundos hacia abajo y cuatro hacia arriba, en otras historias hay 7, 8, 13, entre otros modelos.

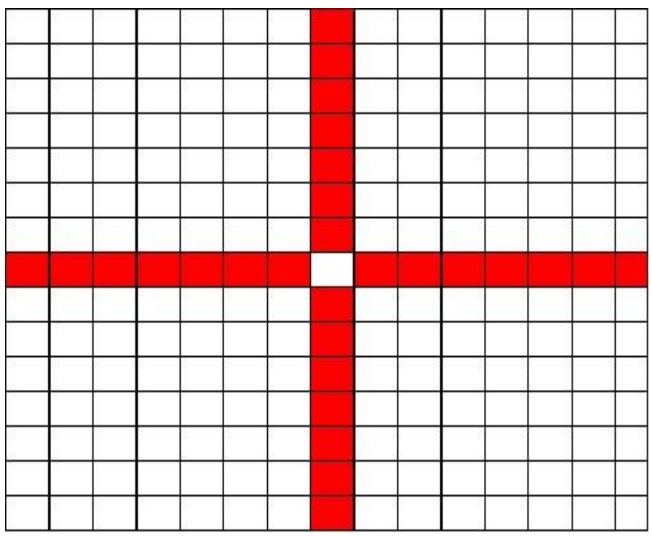

Figura 9. Los cuatro cuadrantes que representan las cuatro regiones del mundo.
Fuente: elaboración propia

Si en este mismo modelo, (figura 9) hacemos girar la vertical y la horizontal (en rojo) como si fueran las manecillas de un reloj, para que queden sobre las diagonales, tendremos un modelo escalonado que mantiene los valores originales, es decir, el güipil como forma de representación de un modelo del cosmos, también podemos expresarlo como una greca escalonada, manteniendo los mismos valores numéricos. La cruz central (en rojo) o las diagonales podrían representan el cero porque al no contar dichos espacios era posible ordenar el cosmos.

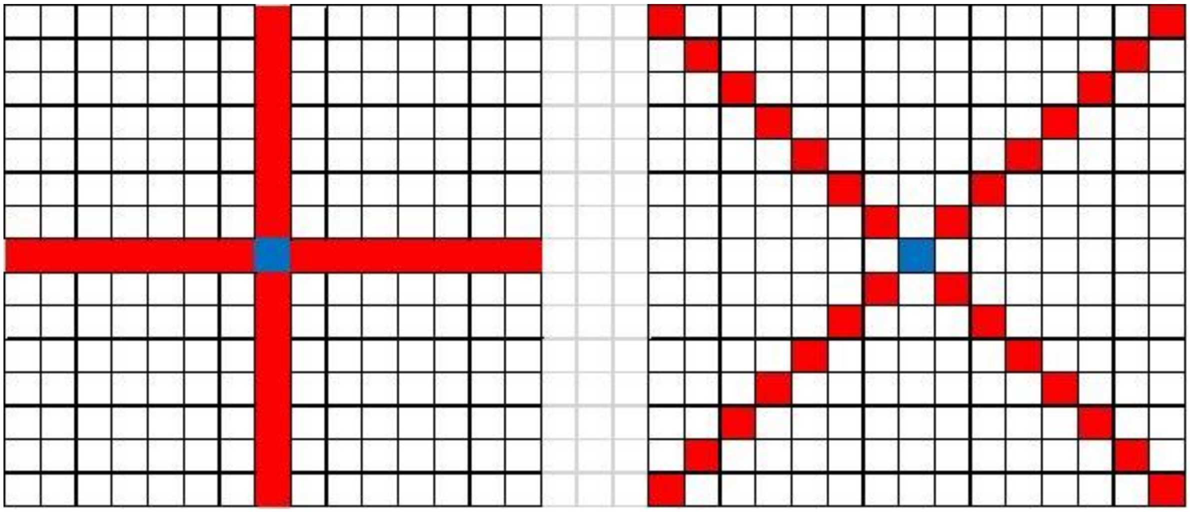

Figura 10. La cruz central se mueve sobre las diagonales para transformarse en greca escalonada. Fuente: elaboración propia

Ahora el modelo expresado en el güipil (como cuatro cuadrantes) es posible verlo transformado en cuatro pirámides impares (figura 10) que forman un modelo especular impar duplicado. Cada cuadrante es un número al cuadrado. Por ejemplo $7^2 = 49$. Al transformarlo en pirámides impares tenemos exactamente lo mismo $7^2 = 49$ pero existe una enorme ventaja porque las diagonales escalonadas permiten una magnífica ubicación espacial. Al descender, o subir cada línea, nos movemos siempre sobre números al cuadrado. Si el objetivo era el seguir los planetas en el cielo nocturno, se podían realizar las observaciones con una herramienta extraordinaria porque evitaba el error. El problema es que en la figura 10 de la derecha, las cuatro pirámides impares son exactamente iguales. Igual, en este caso, significa impreciso, es decir, un modelo que favorece la producción de errores. Parece ser que los pueblos indígenas de Mesoamérica lo resolvieron de una forma magistral.

Con gran frecuencia, se afirma que los mayas y aztecas dividían los puntos cardinales por colores. Al observar las ceremonias mayas, las y los chamanes lo siguen haciendo de la misma manera. En cada punto cardinal se colocan candelas de un color diferente y en el centro se colocan candelas de otro color. La distribución de los colores se sigue haciendo como hace siglos, sin que existan variantes. Blanco el norte, rojo el este, amarillo el sur y negro el oeste y verde, morado o azul el centro.

En la sala Our Universes, del Museo Indígena del Smithsonian, en Washington, se utilizan las mismas divisiones por puntos cardinales y colores, en pueblos tan distantes como los anishinaabe, los lakotas, mayas y los mapuche. Pensamos que esa división, en realidad, se expresaba no solo como un color por cada punto cardinal, sino como todo un cuadrante por cada color, de la siguiente manera.

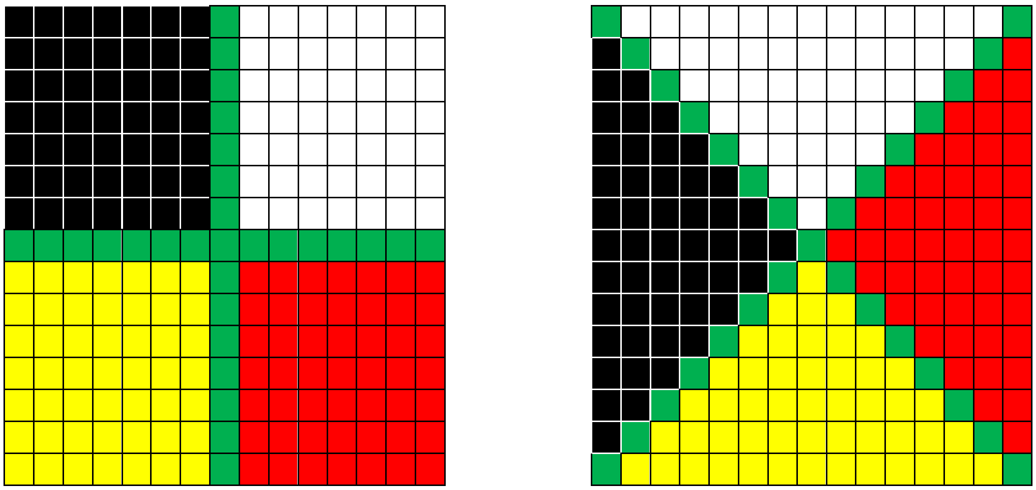

Figura 11. Transformación de los cuadrantes en grecas escalonadas impares siguiendo modelo de distribución de colores tradicionales para diversos pueblos indígenas. Fuente: elaboración propia.

- En la figura 11 vemos como los cuatro cuadrantes son representados con cuatro colores y la cruz central en otro color. Esta es una información que personalmente nos confirma Yojcom (2015), Literalmente nos dijo: "No se trata de puntos cardinales, se trata de cuadrantes de cada color. Incluso el centro no solo es verde o morado sino que también puede ser azul." Yojcom (2015). En la figura de la derecha de la figura 11, vemos como los cuadrantes se transforman en grecas escalonadas impares, de diversos colores. La cruz central, al pasar a las diagonales, nos permite contar las gradas de las pirámides. Desde la cúspide de la pirámide, cada grada es un nuevo número al cuadrado, como lo vimos anteriormente en la figura 4.El centro, en los sistemas de representación indígenas es complejo. Sería más recomendable hablar de los cómputos del centro, que sujetarlo a un sistema excesivamente rígido. Puede contarse o no contarse pero siempre, de alguna manera, debe estar presente. Si se quisiera contar el centro, integrarlo dentro del mismo diseño, también es posible hacerlo, solo que no se contarían números al cuadrado, sino números mediante la fórmula $X^2 + X$, es decir, números pares.

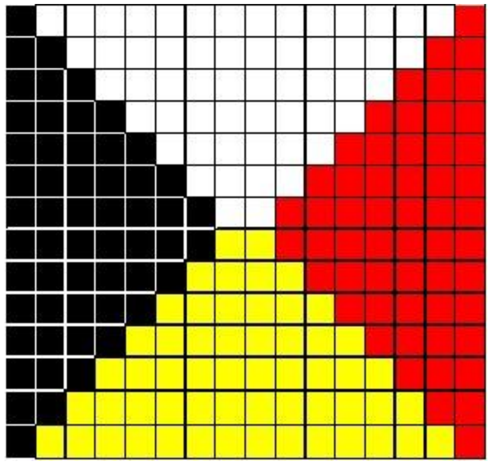

Figura 12. Greca escalonada formada con pirámides pares.
Fuente: elaboración propia

En la figura 12, vemos un sistema de grecas, expresado en forma de un sistema especular doble, con números pares, sin que se determine el espacio central. Mantuvimos los colores relativos a los cuatro cuadrantes, para ganar en precisión, al discernir cada pirámide par como un espacio diferenciado. Un sistema de esta naturaleza pudo jugar un papel de gran importancia como sistema de cómputos astronómicos, o como estructuras arquitectónicas pero, sin lugar a dudas, también tuvo que tener una importancia capital en términos calendáricos. En la figura 12, vemos como cada pirámide par es igual a $7^2 + 7 = 56.$ Como son 4 pirámides pares tenemos entonces 56 x 4 = 224. Si lo contamos en días podemos decir que 224 días dura la revolución sideral de Venus. La figura 12, es una representación de la revolución sideral de Venus y 8 lunaciones de 28 días cada una. Correlacionamos así una revolución sideral de Venus con 8 de la luna, en un diseño de pirámides pares.

Otros cómputos interesantes con otros modelos pares escalonados (como el de la figura 12) son los siguientes: $9^2 + 9 = 90.$ 90 x 4 = 360 días (un año Tun según los mayas)

$13^2 + 13 = 182$ 182 x 4 = 728 días (dos años de 364 días)

Es claro que desde el punto de vista calendárico, las representaciones graficas en forma de grecas, o si se quiere, en forma de pirámides pares e impares, resultan de gran valor. Este parece ser el camino que siguió la América indígena, durante muchos siglos, antes de la conquista y colonización europea.

Hasta ahora hemos hablado de pirámides pares e impares, iniciando los conteos siempre desde la cúspide de la pirámide. Pero existe otra forma de contar, iniciando desde la izquierda de cada figura.

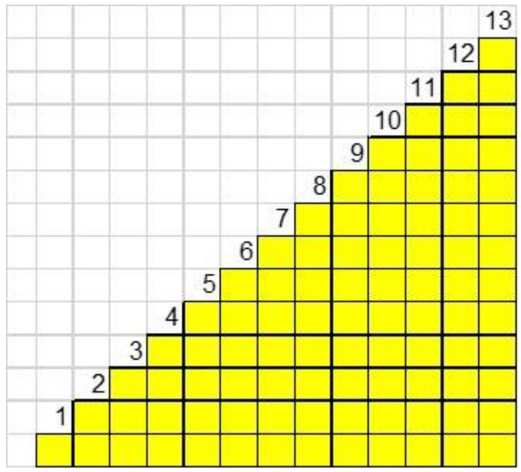

Figura 13. Pirámide escalonada que representa la sumatoria de los primeros números.
Fuente: elaboración propia

Contamos de izquierda a derecha iniciando en la base de la figura 13. En vez de contar en las líneas contaremos en las columnas. Tenemos una serie de números como: 1,2,3,4,…,13.

Si los sumamos los espacios de cada columna de manera acumulativa podemos recurrir a la siguiente fórmula: $n(n+1) \div 2$ es decir, $13(13+1) \div 2 = 91$

91 son los escalones de una de las gradas de la pirámide de kukulcan y las pirámides gemelas de Tikal, razón por la cual es importante, no solo repetir el proceso, sino explorar lo que estas relaciones gráficas nos brindan. 91 días = una estación del año.

Procuremos ahora recurrir a otra forma de expresar lo mismo, solo que reflejando todo el proceso de la sumatoria. 1+2= 3; 3 y 3= 6; 6 y 4= 10; etc.

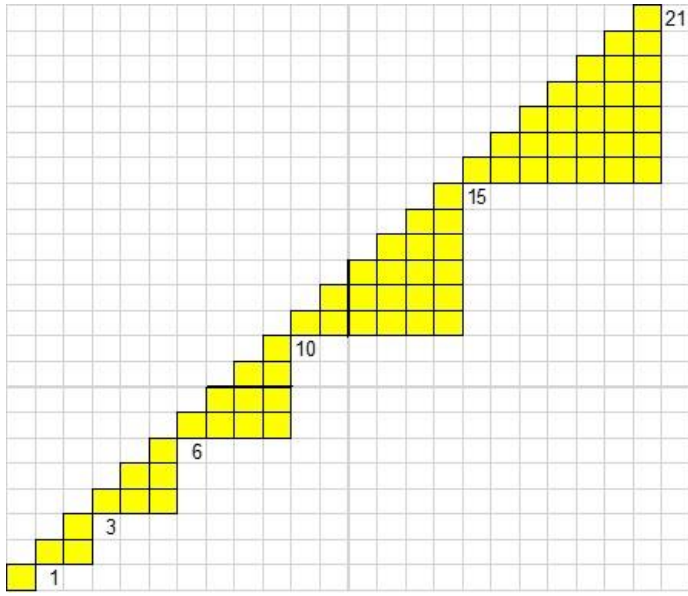

Figura 14. Sumatoria de los primeros números que refleja todas las fases del proceso de la suma. Fuente: elaboración propia

Cada operación que hacemos, la vamos reflejando en la cuadrícula. (Figura 14) Se mantiene la continuidad de los escalones, como subir las gradas de una pirámide, pero se hacen diversos grupos con los números que sumamos.

$$1,$$

$$1 + 2 = 3$$

$$1 + 2 + 3 = 6;$$

$$1 + 2 + 3 + 4 = 10$$

$$1 + 2 + 3 + 4 + 5 = 15$$

$$1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 = 21$$

Esto tiene una gran importancia, porque cada grupo nos servirá de guía para expresar otras relaciones con los números.

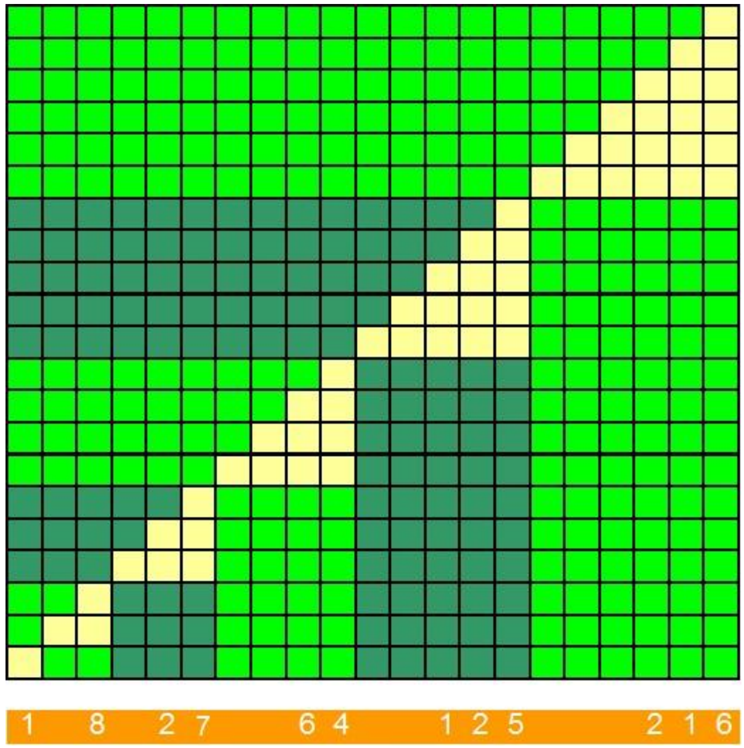

Figura 15. Números al cubo expresados en un diseño piramidal.
Fuente: elaboración propia

Ahora tenemos un cuadrante dividido, en varias franjas, verde oscuro y verde claro. Cada franja (contando los espacios en amarillo de dicha franja) es un número al cubo. El diseño de la figura 14, nos sirvió de guía para construir las franjas en la figura 15. Antes teníamos los números al cuadrado expresados como un diseño piramidal impar. Ahora tenemos los números al cubo, expresados en forma gráfica, en cada franja, guiándonos por diseños piramidales. La franja en naranja de la figura 15 (abajo) expresa números al cubo consecutivos: $2^3 = 8$; $3^3 = 27$; $4^3 = 64$; $5^3 = 125; 6^3 = 216$. En varios sentidos resulta interesante, porque permite el manejo de números muy grandes con una gran facilidad y ese fue el sueño de los astrónomos de la antigüedad. Recordemos la importancia del descubrimiento de los logaritmos, para el estudio y desarrollo de la astronomía. Por otro lado, permite establecer relaciones espaciales en modelos tridimensionales, sujetos a un modelo perfectamente ordenado. Tanto para la astronomía como para la arquitectura constituye un avance enorme. Los números al cubo, en algunas ocasiones expresan relaciones calendáricas. Por ejemplo $9^3 = 729$, que son los días que duran los dos calendarios más importantes de la Mesoamérica precolombina porque 365 + 364 = 729 días.

La suma de números al cubo también resulta significativa en algunos casos.

Por ejemplo, $1^3 + 2^3 + 3^3 + 4^3 + 5^3 = 225$

Y 225 días puede expresar la revolución sideral de Venus. Actualmente se calcula como 224.6 días aunque en la Mesoamerica precolombina se calculaba como 224 días.

Otro ejemplo es el siguiente: $1^3 + 2^3 + 3^3 + 4^3 + 5^3 + 6^3 + 7^3 = 784$

Este puede expresar las relaciones con el planeta Marte que fue calculado en Mesoamérica como una revolución promedio de 780 días. Estas series numéricas, con números al cuadrado o números al cubo, parecen haberse utilizado de diversas maneras en la Mesoamérica precolombina. Alaniz (1999) nos dice que Thompson encontró entre los mayas ciclos de 819 días que lo relaciona con ciclos lunares. (Alaniz, 1999, p.39 y p.93).

Sin embargo dicho ciclo podemos expresarlo como una sucesión de números al cuadrado.

$1^2 + 2^2 + 3^2 + \ldots..13^2 = 819$.

No creemos que estas relaciones pasaran desapercibidas para un pueblo que pasó cientos y cientos de años trabajando con el mismo sistema calendárico, matemático y astronómico y que, hasta donde sabemos, privilegio las expresiones gráficas y arquitectónicas siguiendo modelos en forma de greca y de pirámides escalonadas. Contaban además con ábacos, un sistema numérico posicional similar al nuestro, solo que en base 20 y, conocían y utilizaban el concepto del cero. Es decir, contaban con las herramientas necesarias para que su matemática despegara en forma extraordinaria. De los ábacos mayas y aztecas, nos hablan Héctor Calderón, Esparza y otros muchos investigadores. Domingo Yojcom (2015), indígena maya e investigador de la matemática indígena, se ha dedicado, entre sus múltiples actividades como investigador, a construir los ancianos ábacos mayas, para enseñar su uso en las escuelas indígenas actuales. En la figura 15, los números al cubo se expresan en términos gráficos como un solo cuadrante, pero en la tradición indígena mesoamericana siempre se dividía el espacio en cuatro cuadrantes, que es posible representarlo de la siguiente manera:

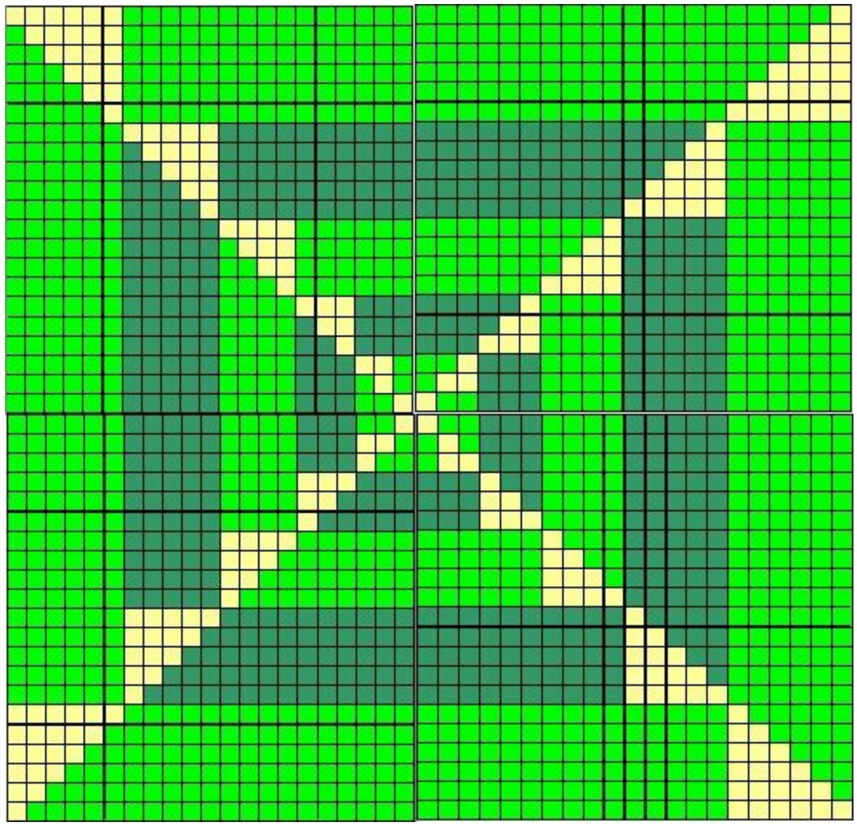

Figura 16. Modelos con cuatro cuadrantes que expresan cada uno relaciones con números al cubo.
Fuente: elaboración propia

En la figura 16, vemos el cosmos, según la tradición indígena mesoamericana, dividido en cuatro cuadrantes, donde cada uno se expresa como una serie de números al cubo consecutivos. En este caso las grecas se expresan exclusivamente sobre las diagonales, que simbólica y prácticamente van a representar los cuerpos de gradas de la pirámide. Si pensamos que, el diseño de la figura 16 es un diseño de una pirámide escalonada, vista por un espectador que se encuentra muy por encima de la pirámide, (en el lenguaje fotográfico sería una perspectiva en picada) entonces, lo que hemos llamado las franjas, se transformarían simplemente en niveles de la pirámide. Cuando se observan pirámides como las de Tikal o Chichen Itzá, vemos claramente como las gradas parecen responder a un criterio y los niveles responden a otro. Esas representaciones con los números al cuadrado o al cubo son solo unas entre muchos modelos posibles. Para nuestro estudio tal vez sería necesario agregar otro nuevo modelo con los números al cubo donde estos se expresan en pirámides impares escalonadas.

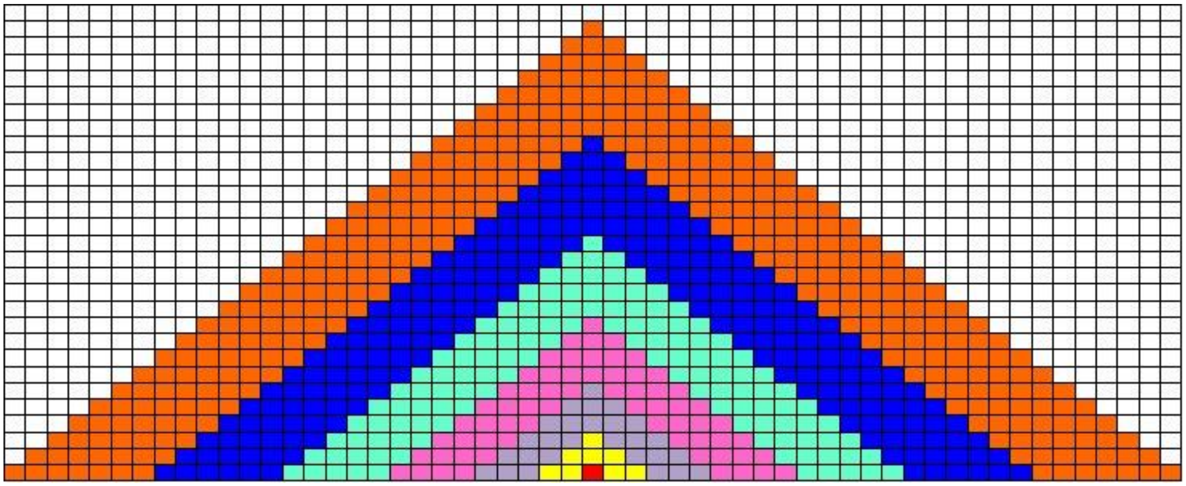

Figura 17. Números al cubo expresados en forma de una pirámide escalonada impar.
Fuente: elaboración propia

$$1^3 + 2^3 + 3^3 + 4^3 + 5^3 + 6^3 + 7^3 = 784$$

Esta podría ser la representación de la revolución sinódica del planeta Marte expresada en una sumatoria de números al cubo.

Tres cosas hemos aprendido: 1- Todos los números al cubo se pueden expresar como diseños piramidales escalonados. 2- Toda sumatoria de números al cubo es siempre un número al cuadrado. 3- Al graficar números al cubo en forma piramidal podemos hacerlo partiendo de la cima de la pirámide, o bien, desde la base de la pirámide impar. Naturalmente, después de encontrar los números al cubo, el mismo sistema permite trabajar con $X^4, X^5, X^6, X^7\ etc$, facilitando los cómputos, pero sobre todo expresándolos gráficamente en diseños piramidales. Modelos como estos podrían tener, en la actualidad, una importancia capital para la enseñanza de las matemáticas o la astronomía, entre otros muchos usos.

CONCLUSIÓN

Pensamos que aún falta mucho por investigar en los modelos de representación de los indígenas precolombinos americanos. *Partimos de cinco hipótesis diferentes que tratamos de concatenar en un solo cuerpo coherente, para relacionar la información que se encuentra en diversos soportes como telas, cerámicas, construcciones arquitectónicas, con propiedades de los números pares, impares, al cuadrado, al cubo.* Realizamos modelos que reflejan propiedades de los números para construir los calendarios lunares, solares o para representar los días que dura la revolución de un planeta, o una concepción de mundo. Todo ello tiene el propósito de mostrar una lógica particular, sui-géneris, que les permitió a los indígenas precolombinos americanos crear y utilizar sistemas integrados de producción del conocimiento y saltar de una disciplina a otra, tejiendo sistemas de relaciones que aparecerían bajo la forma de información astronómica o calendárica, pero que luego se expresaría como historia mítica, conocimiento agrícola, médico, o construcción arquitectónica, entre otros.

No es fácil profundizar en sistemas lógicos que en su gran mayoría se perdieron o de los cuales, en la actualidad solo quedan pequeños resabios. En algunos casos, como en las grecas escalonadas, nos podemos sujetar a evidencias que no surgen solo de los relatos, o de las fuentes primarias o secundarias, sino de las mismas propiedades de los números, donde cada modelo investigado abre nuevas líneas de análisis, de investigación, sobre otros conocimientos que posiblemente, sustentaban una estructura, de la cual apenas tenemos una leve idea. Esto requiere de un proceso permanente de reflexión y búsqueda, en una autopista de doble vía, de ida y vuelta entre los modelos descubiertos y la reflexión de esos otros sistemas gráficos de producción de conocimientos.

Tratar de comprobar la hipótesis de los conocimientos integrados o, de la difusión de conocimiento a lo largo y ancho de toda América, es una tarea titánica que, posiblemente, requiera de un esfuerzo enorme, de muchos investigadores.

Sin embargo, todo apunta a que la América indígena desarrollo una práctica y una lógica que permitía integrar conocimientos y crear vasos comunicantes entre las diversas disciplinas. Mientas occidente, para construir su ciencia, dividió las disciplinas, creo nichos vitales, cada vez más específicos, más lejos los unos de los otros, aparentemente, la América indígena, para construir y preservar sus conocimientos, unificó las disciplinas. Se unificaron los sistemas numéricos con los calendáricos, las prácticas de tejer con las observaciones astronómicas o los conocimientos médicos y luego, todo ello, viajó por los pueblos transformado en mito, en poema épico, en canto o en construcción arquitectónica piramidal.

REFERENCIAS

Alaniz, R. (1999) Inscripciones en monumentos mayas: conocimientos básicos para su desciframiento. México D.F: Plaza y Valdez.

Cavaleri, D., & Cottin, N. (1998). *Au fil du Temp Maya.* Lyon: Ed. Musee des Tissus.

Calderón, H. (1966). *La Ciencia Matemática de los Mayas.* México D.F: Orion.

Esparza, D. (1975). *Cómputo Azteca.* México: Diana.

Feyerabend, P. (2013). *Filosofía Natural*. Barcelona: Debate.

Fontana, A., & Chaves, S. (1993). *Lítica Precolombina – Artefactos de Piedra en la Colección del INS.* San José: Museo de Jade.

Gabb, W. (1978). *Talamanca el Espacio y los Hombres.* San José: Imprenta Nacional.

García, A. & Jaén, A. (1996). *Iès sa Yilite. Nuestros Orígenes. Historias Bribri*. San José: Centro Cultural Español.

González, A., & González, F. (1989). *La Casa Cósmica Talamanqueña*. San José: Editorial Universidad de Costa Rica y Editorial Universidad Estatal a Distancia.

Jaén, A. (1996). *Las Pirámides: números de piedra*. San José Costa Rica: Liga Maya Guatemala.

Jaén, A. (2010). Conocimientos Matemáticos de la Mesoamérica Precolombina. *Journal of Mathematics and Culture*, *6*(1). p. 253 a 265.Disponible en: http://nasgem.rpi.edu/pl/journal-mathematics-culture-volume-6-number-1-focus-issue-icem4

Jara, C., & García, A. (2003). *Diccionario de Mitología Bribri*. San José: Editorial de la Universidad de Costa Rica.

O'neale, L. (1965). *Tejidos de los altiplanos de Guatemala.* Tomos I y II. Guatemala: Ed. De José Pineda Ibarra.

Portilla, L. (2003). *Códices.* México D.F: Aguilar

Sheldrake, R. (1990). *La Presencia del Pasado.* Barcelona: Kairós.

Yojcom, D. (2013). La Epistemología de la Matemática Maya. Guatemala. Editorial Maya'Wuj.