

Provincia de Buenos Aires
Dirección General de Cultura y Educación
Instituto Superior "Fundación Suzuki"
San Miguel. Buenos Aires Argentina

"HOMBRE MIRANDO AL CIELO"

Una aproximación al calendario maya

por

Gómez. Adriana Graciela

Tesina para optar al Título de
Profesor de Matemática

Buenos Aires. San Miguel

agosto de 2007



Agradecimientos

Cinco personas contribuyeron directamente en este trabajo a través de su paciencia y comprensión ellas son: Solange, Melanie, Daniela, Agostina y Fabian agradezco a ellos su invaluable apoyo.

A mi hermana Verónica por su ayuda permanente tanto en lo técnico como en lo humano.

A Pablo por su ayuda en la traducción del resumen.

A la profesora Julieta Matteucci por guiarme hacia el descubrimiento de la importancia que tiene la historia para entender nuestro presente.

A la directora del Instituto Superior Fundación Suzuki, Dra Elizabeth Calvo por su especial dedicación a lo largo de estos años.

A todos los docentes que a lo largo de estos cuatro años fortalecieron mi crecimiento personal: Voy a recordar por siempre la rigurosidad del Accinelli. El desenfado del Oglietti, los gráficos perfectos de Blázquez. La sensibilidad de Sergio López. La exactitud de Persello. Las ideas de Sanguinetti. La física inalcanzable de Cirulies. La mirada especial sobre la vida de Nanni. Las ecuaciones difíciles de Girola y los fractales de Amadio.

A mis compañeros que fueron mi segunda familia a lo largo de estos

cuatro años de sábados intensos.

“Poco a poco se descubre el legado maya, y somos más quienes nos maravillamos con estos astrónomos, matemáticos, físicos, ingenieros, constructores; que poseían en lo que en nuestra visión ingenua del mundo creemos que es una civilización un poco primitiva, pero a la luz de los números mayas y su conocimiento, debemos comprender que sabían tanto o más que nuestros actuales científicos...”

Edgar Cayce

Resumen

Grandes investigadores debieron utilizar la objetividad de los números para demostrar sus hipótesis. Así matemática y astronomía son expresión de un desarrollo histórico de la observación del cielo, el ciclo de las estaciones y la naturaleza.

Existió una cultura que era poseedora de complejos conocimientos matemáticos y astronómicos que interpretaba de acuerdo a su cosmovisión¹ religiosa.

Gracias a la precisión de su calendario, el más perfecto entre los pueblos mesoamericanos², el cual consistió en un sistema con el que Los Mayas eran capaces de organizar sus actividades cotidianas, y registrar simultáneamente el paso del tiempo, guardando la historia de los acontecimientos políticos y religiosos que consideraban cruciales.

Este sistema calendarico interpretaba los años que iniciaban, los venideros y el destino del hombre.

Muchas teorías han sido propuestas para explicar el colapso de la civilización Maya .Sin embargo, cualquiera que haya sido la razón, no podemos dejar de reconocer la inmensidad de esta cultura

Abstract

Leading researches should use numbers objetívenesse to prove their hypothesis. So maths and astronomy are an expression of a historical development of the observation of the sky, the season ciycles and nature.

There was a culture which was the owner of mathematical and astronomical complex knowledge, that explained them according to their religions cosmovision.

Thanks to their calendar precision, the most perfect among mesoamerican people, that consisted in a system with which the Mayas were able to organize their daily activities. Moreover, they were able to register the length of time keeping the political and religious happening history that they considerer crucial.

This calendar system could tell the starting years, the following years and the destiny of man kind.

Many theories have tried to explain the Maya civilization collapse, althoug, whichever the reason was, we cannot unrecognice the huge dimensiono f this culture.

¹ visión del universo; ² Palabra compuesta por una forma prefija: **meso**: que proviene del latín medius y **americanos**: proveniente de América uno de los cinco continentes de la superficie terrestre. La palabra compuesta hace referencia a América Central. En adelante cuando se mencione **mesoamerica** se hará haciendo referencia a América Central

Introducción

¿Por qué El Calendario maya?

Es la pregunta que todas las personas no dejaban de hacerme cuando se enteraban el tema que elegí para mi tesina.

Como explicar que en la clase de historia de la matemática en este profesorado cuando junto a un par de compañeras elegimos trabajar sistemas numéricos para presentárselos a los demás integrantes del curso, fue cuando me encontré con los ingeniosos numerales mayas.

Grande fue mi asombro al enterarme que la primera civilización que utilizo y represento el número cero se encontraba en Centroamérica tan cercana a nosotros.

Varias personas me dijeron que no podría encontrar mucha información eso me llevo a querer saber si era cierto.

Si bien no fue tan sencillo pude recopilar muchísimos datos todos de interés.

Descubrí una civilización maravillosa en la que se encontraban matemáticos, arquitectos, astrónomos, artistas, economistas y fervientes religiosos que dejaron una huella imborrable y ante la cual no podemos cerrar los ojos.

Fue una experiencia maravillosa poder ahondar un poco en su cultura y tratar de interpretar su amor por el conocimiento el cual queda plasmado en la precisa medición del tiempo a la que llegaron.

Espero que el paseo por las páginas de este documento sea de mucho agrado y sobre todo de mucho provecho para todos.

Fundamentación

El quehacer Matemático, o bien, la matemática misma, queda muy limitada si se la define, como en el pasado, “la ciencia del número y la magnitud” ya que ésta, llamada por muchos “reina de las ciencias” comprende una amplia y rica tarea cuya ejecución ha dejado diversos resultados en todos los aspectos de la vida del ser humano.

Son muchos los beneficios que las distintas civilizaciones han brindado a la humanidad y mediante sus aportes se ha logrado ir construyendo esta ciencia (la matemática) la cual, estamos seguros, tiene mucho que dar en el futuro. Tales aportes los encontramos registrados en distintas fuentes y de diversas maneras, la cual algunos escritores han tratado de recopilarlas en los libros de Historia de las Matemáticas, no obstante, de manera intuitiva podemos afirmar que mucha y valiosa información que por alguna u otra razón, no ha sido posible plasmarlas en tales textos.

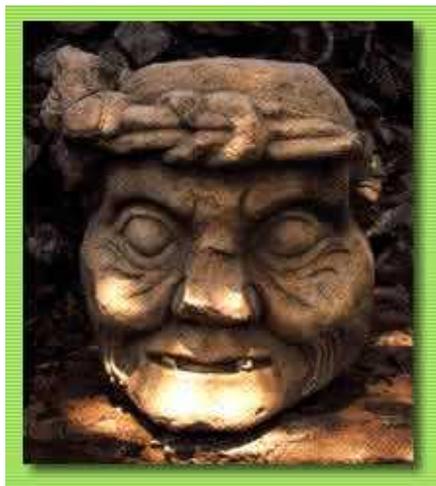
Un ejemplo claro de lo anterior es la carencia de información acerca de los aportes matemáticos ofrecidos por algunas civilizaciones precolombinas de América. Entre ellas nos encontramos a la “Civilización Maya” la cual sus orígenes datan en torno al año 1500 antes de Cristo y que sobrevivió a la conquista, a la colonia y que hay indicios de su existencia en la actualidad. Esta cultura tuvo desarrollo muy importante en las ciencias y las artes que fueron de suma importancia.

Pero en donde se desarrolló notablemente fue en el campo astronómico y eran mucho más exactos que los de los europeos en el momento de la invasión. No podemos dejar de mencionar su contribución a las matemáticas, que es precisamente el objeto de este trabajo. Es así que el presente texto contiene temas de suma importancia que servirá de apoyo y de análisis, como también para desarrollar en el alumno de Polimodal la inquietud de la investigación en especial para aquellos que gustan de esta ciencia.

Marco Histórico

Quienes eran los Mayas

Los mayas fueron una de las mas esplendorosas y poderosas culturas conocidas en Mesoamérica, su civilización comprendió un período superior a 3.000 años. Ellos contaban con un lenguaje escrito ,conocimientos matemáticos , astronómicos, fueron arquitectos muy hábiles, arriesgados comerciantes y geniales artesanos. Se desarrollaron en una sociedad agraria, y tuvieron sistemas religiosos bien desarrollados los cuales veneraban el cosmos. Las dinastías reales abarcaron gobernantes que construyeron exóticos templos y comandaron centros ceremoniales que permanecen hasta hoy.



La civilización maya está dividida en tres diferentes períodos de tiempo. El período Pre-Clásico comprendió aproximadamente los años 2.000 A.C. a 250 D.C.; el período Clásico entre los años 250 y 900 D.C., y el período Post-Clásico desde el año 900 al 1.500 D.C., justo antes de la llegada de los conquistadores españoles al Nuevo Mundo. Los Mayas alcanzaron su punto máximo durante le período Clásico donde produjeron algunos de sus más extraordinarios trabajos.

Ubicación geográfica

El mundo de los mayas esta definido dentro los límites geográficos del antiguo imperio maya el cual se extiende a través de los países de Guatemala, Belice, El Salvador, occidente de Honduras y los cinco estados mexicanos de Yucatán, Quintana Roo, Tabasco, Campeche, y Chiapas. La extensión territorial total es de aproximadamente 500.000 kilómetros cuadrados. La selva maya ocupa la mitad occidental de América Central incluyendo la península de Yucatán. La zona tiene un conjunto de paisajes de gran diversidad ecológica debido a su situación geográfica.

El contraste de altas cordilleras volcánicas y extensas llanuras, el relieve abrupto y variado, el clima tropical y la cercanía de dos costas marinas son el resultado de un extensa gama de ambientes. El área maya está dividida conceptualmente en tres zonas: la zona sur que incluye del océano Pacífico y los altos de Chiapas, Guatemala y El Salvador; la zona centro que la conforman las tierras bajas del sur de la península de Yucatán, y la zona norte, la llanura peninsular.



La selva maya es una de las regiones más relevantes de Mesoamérica en términos de diversidad biológica y de regulación climática del hemisferio norte.

Casi en su totalidad está por debajo de los 4,500 metros de altitud y alcanza una extensión de más de 3 millones de hectáreas de selva húmeda tropical.



Pese al proceso de transformación que ha ido afectando a la selva maya en las últimas décadas, esta gran masa de selva tropical es la más extensa y norteña de Mesoamérica y después de la selva Amazónica, es la segunda en tamaño en todo el continente americano y uno de los últimos ecosistemas de bosque húmedo tropical del mundo. Se le conoce como selva maya porque allí nació y floreció la impresionante civilización de los mayas, la cual durante 12 siglos fue la más evolucionada cultura indígena de América. El ambiente de los mayas era el bosque tropical, el cual era su principal fuente de recursos. Casi nunca hacía frío durante el día y llovía a diario. A veces se convertía en una lluvia que duraba varios días. El lugar de los mayas necesitaba mucha lluvia y calor para sobrevivir tanto los animales como los humanos. Las características del ambiente reflejan muchas cosas importantes como ser el arte, la vestimenta el lenguaje, la apariencia y la manera general en el cual una tribu o una cultura se comporta

Por múltiples razones, los grandiosos centros mayas de las tierras bajas del sudeste se derrumbaron quedando en ruinas.

Muchas teorías han sido propuestas para explicar el colapso de la civilización maya incluyendo: el aumento de la población, las guerras extensivas, enfermedades, la rebelión de los agricultores y las clases laborales, así como una gran cantidad de desastres naturales devastadores. Sin embargo, cualquiera que haya sido la razón, muchos autores consideran que aún existe duda sobre este colapso de la civilización maya

Uno sus núcleos más importantes es la selva lacandona que es de las regiones más importantes del estado de Chiapas.

Un poco de historia

Inicios

Después de un largo periodo formativo (*pre-clásico*), que duro más o menos un milenio y medio y durante el cual la cultura Mesoamericana, muy uniforme en sus inicios, se fue diversificando, hacia el principio de nuestra era la cultura maya se perfilaba claramente.

En el área meridional ya se esculpían estelas ¹ y altares; una escritura jeroglífica ² se había iniciado; el calendario se conocía, implicando a su vez conocimientos matemáticos y astronómicos; ofrendas en ricas tumbas revelaban notables adelantos tecnológicos de la alfarería y la lapidaria, así como la existencia de una sociedad ya estratificada ³. En el área central y en la septentrional ⁴ se construían las primeras pirámides, a veces bellamente adornadas con mascarones ⁵ de estuco ⁶ modelado.

El periodo clásico, cuyo comienzo se ha fijado hacia el **año 300** de nuestra era, marca la culminación del proceso de diferenciación de la cultura maya. Distintos factores, tanto en el área maya como en el resto de mesoamerica, deben de haber contribuido a una verdadera explosión cultural.

El desarrollo económico pudo deberse al crecimiento demográfico y a una concentración cada vez mayor de la población, fenómenos que venían gestándose a lo largo del preclasico; a la explotación agrícola de regiones antes inutilizadas en la selva alta; quizás a nuevas técnicas de cultivo en algunas comarcas pantanosas y alrededor de lagunas.

La obtención de excedentes alimenticios asegura la consolidación de una clase parasitaria (nobles y sacerdotes) que garantizaba la cohesión social para la realización de los trabajos colectivos. Así pudo incrementarse la construcción de centros ceremoniales y desarrollarse un arte monumental. La estratificación social se acentuó, haciéndose probablemente más rígida. El poder de la clase social dirigente se ejercía como dominio económico y político, así como a través de la religión.

Cristalizaron en el área central y se propagaron a la septentrional numerosos elementos culturales preexistentes en el área meridional, tales como la erección de estelas con personajes e inscripciones jeroglíficas, la combinación estela-altar, conocimientos astronómicos, matemáticos y calendaricos.

Tanto en el aspecto científico como en el artístico, los mayas de las tierras bajas elevaron a altísimo nivel de perfección estos elementos, algunos de ellos adquiridos cuando no pasaban de un estado incipiente de desarrollo, la escritura por ejemplo.

El periodo clásico llegó a su fin a principios del **siglo X**. En el área central, su brusco ocaso ha dado lugar a numerosas y variadas hipótesis.

En el curso de menos de un siglo, las actividades culturales características del periodo clásico (arquitectónica monumental y artes asociadas, erección de estelas, inscripciones

1 pilares que contenían inscripciones **2 escritura primitiva**, en que aún eran usados dibujos estilizados para indicar palabras **3** separada en clases sociales. **4 que esta al norte**. **5** cara diforme o fantástica usada como adorno arquitectónico. **6** pasta de cal y mármol o yeso y agua con pegamento.

jeroglíficas, cerámica decorada) fueron cesando en todos los centros ceremoniales, aunque la población común siguiera viviendo en los mismos sitios.

En cuanto al área septentrional, el periodo clásico termino cuando el norte de la península de Yucatán quedo bajo el dominio de invasores, portadores de la cultura Tolteca. Una cultura híbrida, maya-tolteca, se origino entonces, claramente diferenciada de la Maya clásica, aunque conservando muchas particularidades de esta.

Cultura Antiguo imperio

Los mayas de las tierras bajas

Los grupos que viven en las áreas central y septentrional hablan distintas lenguas de la familia lingüista mayence¹. El idioma "maya" propiamente dicho es el "yucateco"², correspondiente a la península de Yucatán.

Parientes muy cercanos son el "lacandon"³, hablado a lo largo del río Usumacinta; el "itza"³, en el centro del Peten, y el "mopan"³, al sur de esta última región y en Belice. Otra rama comprende el "chontal"³, propio de los pueblos establecidos alrededor de la laguna de Términos y desembocaduras de los ríos adyacentes; el "chol"³, que probablemente se hablara en la ancha faja de la vertiente norte de la sierra de Chiapas y cuenca del Usumacinta; el "chorti"³, en el curso medio e inferior del rio Motuga.

Finalmente, el grupo lingüístico que abarca al "tzeltatl"³, "tzotzil"³ y "toholabal"³, en tierras algo más altas que Chiapas, pero que culturalmente se integran en las tierras bajas.

Desde el punto de vista de los caracteres físicos del pueblo maya, ciertos autores consideran a este como "bastante homogéneo" y "procedente de un mismo tronco ancestral" muy diferenciado de los demás pueblos mesoamericanos. Sin embargo, estudios comparativos de antropólogos físicos revelan marcadas diferencias entre los

distintos grupos mayas, los cuales, por supuesto, presentan numerosos rasgos comunes entre si y con los demás pueblos de Mesoamerica.

Las divergencias mayores se presentan, por un lado, entre los grupos de las tierras altas y los de las tierras bajas, por otro. Los elementos comunes a todos los grupos mayas (color pardo cobrizo de la piel, cabello negro, lacio y grueso, ojos negros o pardo oscuro, frecuentemente oblicuos, escasa pilosidad¹ facial y corporal) no son exclusivos de ellos, ya que coinciden con los de la mayor parte de los pueblos de Mesoamerica y proceden, en última instancia, de los remotos antepasados asiáticos que emigraron a América varias decenas de millares de años antes.

Los Mayas del Antiguo Imperio

Los orígenes de las más antiguas tribus mayas se pierden en la oscuridad de las leyendas. Los manuscritos indígenas del siglo XVI han perdido todo recuerdo histórico de la primitiva localización geográfica maya, así sean los libros de hechiceros o Chilam Balam escritos en la

¹ referente a los mayas; ² perteneciente a la región de Yucatán; ³ distintas lenguas habladas por los mayas según la región.

península de Yucatán (Maní, Chumayel, etcétera), o el Popol Vuh de los quiché, rama del tronco maya, escrito en Guatemala.

Tampoco el único cronista primitivo de los mayas, fray Diego de Landa--quien escribía hacia 1566--, conserva una clara tradición a este respecto. En todo caso, los datos se refieren a los mayas de Yucatán, del llamado Nuevo Imperio, y no a los viejos mayas ubicados en el sur (Chiapas, Guatemala y Honduras), cuya Civilización se había extinguido algunos siglos antes de alcanzar su plenitud las ciudades peninsulares, Chichén-Itzá, Uxmal y sayil.



En un tiempo muy remoto, los mayas vivían en el litoral atlántico de México, desde donde descendieron a Centroamérica remontándose a lo largo del Usumacinta para llegar al Petén. Un viejo grupo maya, el huasteco, quedó, sin embargo, en el extremo norte de México.

En los comienzos de sus tiempos históricos vivían en un triángulo que tenía por extremos a Palenque, en Chiapas; Uaxactún, en Guatemala; y Copán, en Honduras, área sumamente amplia y de comunicaciones difíciles, selvática, cruzada de grandes ríos, que comprende toda la cuenca del Usumacinta, el Petén guatemalteco y los valles del Motagua y del río de Copán.

Fuera de los monumentos que han dejado los antiguos mayas, nada sabemos de la historia de los hombres que erigieron Tikal, Palenque y Copán. Pero los monumentos esculpidos son elocuentes a este respecto. Una de las prácticas más antiguas fue la de erigir estelas para conmemorar o fijar tránsitos de tiempo; al principio se erigían estelas irregularmente; más adelante se levantaban con cierta periodicidad, generalmente al final de cada katún, periodo cíclico de veinte años.



Estas fechas han podido ser leídas debido a la clave proporcionada por Landa--los mayas arrancaban su calendario de la fecha legendaria 3113 a. de C.--, y al hecho de que los mayas conocieron unidades de tiempo mayores, baktunes, periodos cíclicos que encierran veinte katunes(es decir, cuatrocientos años, cerca de 394 de los nuestros).



Las primeras fechas históricas y no míticas que se conocen son del baktún octavo, siendo sumamente numerosas en el noveno para decaer y casi desaparecer escultóricamente en el baktun décimo.

Al ser correlacionado el calendario maya con el cristiano, se han podido descifrar numerosas fechas inscritas en estelas, dinteles, escalinatas y templos. Probablemente hacia el siglo I O II, los mayas domiciliados en Veracruz y Tabasco empezaron a moverse con rumbo al Petén, siguiendo la ruta natural del Usumacinta.

La ciudad arqueológica maya que posee la fecha grabada más antigua, es Uaxactún, en el Peten guatemalteco, con el día 9 del año 328, fecha relacionada con una pirámide cercana, la E-VII Sub. Quizá Palenque, Copán o Tikal poseyeron dataciones más antiguas, pero probablemente fueron trabajadas en estuco, pintadas o grabadas en madera. y por lo mismo no han llegado hasta nosotros.



Después de la estela 9, Uaxactún continuó erigiendo monumentos con regularidad: en las estelas 18 y 19 fijaron el año de 357; en la número 5, el de 358, continuando las fechas normalmente hasta el siglo IX.

Con el siglo V las fechas inscritas se hacen más abundantes. Las estelas irradian a centros lejanos y mar comunicados, surgiendo ciudades en el áreas dispersas.

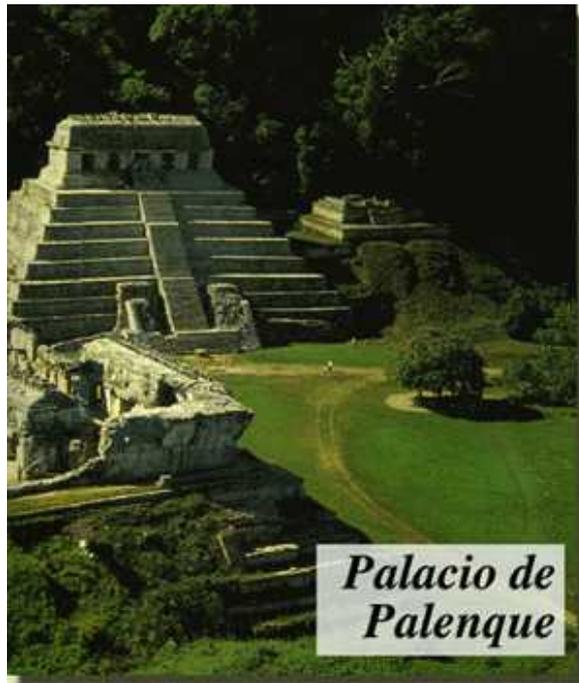
En el siglo VI los importantes centros del Usumacinta empiezan su ascenso histórico: Yaxchilán, Piedras Negras y Palenque, así como Toniná, Chiapas, Calakmul, Yucatán, y rusilhá, Guatemala. La colonización, pues, de Yucatán se ha iniciado siguiendo la ruta del golfo y del Caribe.

Un siglo más tarde se inicia la Edad de Oro del Antiguo Imperio: desde 633 a 830, en la segunda mitad del baktún noveno, se esculpen las más preciosas estelas, los más finos dinteles, se erigen los más suntuosos edificios y se labran las más artísticas escalinatas.



Hacia el siglo IX en Palenque se constituye en la meca religiosa por excelencia: su arquitectura nunca más habría de ser superada, sus estucos modelados con escenas quedaron como imperecederas obras maestras, mientras en lo intelectual y, particularmente en astronomía, es la cabeza de las ciudades mayas. Un siglo más tarde, Copán arrebató a Palenque este carácter, para decaer al principiar el siglo IX .





Pero ya al mediar el siglo IX las fechas mayas en cuenta larga empiezan a escasear y casi llegan a desaparecer. La última que se conoce en una ciudad maya es la de la estela de Uaxactún, de 889, (contemporánea de las estelas de Oxpeinul y de Xultun). sólo una datación posterior? del baktun décimo, es conocida: la de la placa de jade de Tzibanché, Quintana Roo, de 909. Entonces, como lapidariamente se afirma, "se hizo la soledad y el silencio en las ciudades mayas".

Las migraciones a Yucatán se intensificaron y las oleadas humanas empujaron a unos grupos y fijaron a otros; pero por dondequiera se empezó a notar la decadencia en el arte.

Diversas hipótesis han pretendido explicar el abandono de las ciudades mayas del sur: cambios climáticos, fiebres y epidemias, colapsos agrícolas, guerras, etcétera, que hicieron inhabitables aquellas regiones. Morley ¹ sugiere que el agotamiento de las tierras empujara a la población hacia el norte; Thompson², por el contrario, parece inclinarse más a la teoría de alzamientos del campesinado contra el sacerdocio; otros se inclinan a ver en esta destrucción la mano olmeco-tolteca que, penetrando a lo largo del Usumacinta antes de 895, haya sojuzgado esta cultura arrojando sus restos hacia Yucatán. Sea por

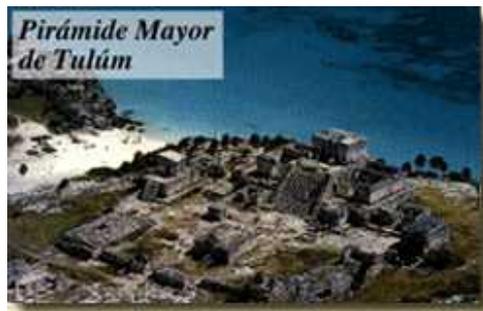
una u otra causa, el hecho es que hacia el siglo X la selva comenzó a invadir las viejas ciudades.

persistió en ellas población que sólo dejó restos de cerámica, pero que ya nunca volvió a erigir estelas ni palacios. Cuando Hernán Cortés atravesó el área del Antiguo Imperio, tanto en el Usumacinta como en el Petén, durante su expedición a las Hibueras, hacía muchos siglos que aquellas ciudades habían sido abandonadas.

Los mayas del nuevo imperio.

Ya hemos visto que con el siglo X empieza una época oscura y de silencio en la cultura maya. Ninguna estela con cuenta larga se vuelve a esculpir y son pocos los palacios y templos que se erigen. La Edad Media, la edad tenebrosa del arte maya, se deja sentir por dondequiera, iniciándose simultáneamente los grandes movimientos migratorios en masa al norte, a Yucatán.

La antigua área Palenque-Uaxactún-Copán es abandonada y los mayas empiezan a moverse a lo largo del Caribe y del golfo. Tulum e Ichpaatún son testigos de una temprana colonización siguiendo la ruta de Quintana Roo, en 564 y 593; pero ya Oxkintok, Yuc., lleva una fecha de 472, y Jaina, en Campeche, conoció la penetración maya en 652.



En los siglos VII y VIII la colonización ha alcanzado el centro de la península: Cobá, desde 613; Etzná, El Chilam Balam de Chumayel³, recuerda la dispersión maya por el rumbo del Caribe "Cuando se multiplica la muchedumbre de los hijos de la tierra, fue el centro Cozumel^o."

Pero una vez que cesan de esculpirse estelas y dinteles (la última fecha conocida es 889), hay acudir a otras fuentes para informarse de la historia de los mayas. Estas fuentes son los Libros del Chilam Balam, el Popol Vuh, y las historias de Landa y Cogolludo⁴, que tenían con sus relatos la luna que va del año 900 al 1500.

Según estas fuentes, cuyos datos ha reducido admirablemente Eric S. Thompson, los itzaes se radican en Chichén Itzá, por vez primera, en 711. Los itzaes, "hombres sagrados", como los llama el Chilam Balam de Maní, procedían probablemente de la cuenca del Usumacinta, hacia Palenque o ciudades adyacentes.

"Cuentan los indios--dice Landa--que de la parte del mediodía vinieron a Yucatán muchas gentes con sus señores, y que parecen haber venido de Chiapas . . ." En Chichén Itza, radican hasta 928, año en que la ciudad fue abandonada para ir en 968, a poblar Champotón, Campeche.

^{1,2,3y4}citados en Bibliografía



Por esta época, una nueva familia se presenta en el escenario de Yucatán: los tutul xiu. Los Libros de Chilam Balam los hacen venir de Nonoual (es decir, Tabasco), "saliendo de la región de Tulapan". Hacia 948 esta familia xiu abandona Nonoual y descubre Bacalar (987), de donde parten a Chichén Itzá, lugar que encuentran abandonado (1027).

Allí permanecen por ciento veinte años, al cabo de los cuales marchan a Champotón, que habitaban los itzaes, y "Champotón fue destruido". Todavía yerran por la península "en busca de sus hogares y vivieron después por varias épocas en las montañas inhabitadas", hasta que en 1263 se aposentan en Uxmal, como dice lapidariamente el Chilam Balam de Maní: Uxmal fue fundada. . . Entretanto, los itzaes, que también vivían "bajo los árboles, bajo la ceniza, bajo la miseria", vuelven a Chichén Itzá para establecerse allí definitivamente.



La Edad Media maya ha pasado y el Renacimiento está próximo a iniciarse. La arquitectura de transición tipo Hochob, Dzibilnocac y Río Bec, aunque sobrevive en algunos edificios de Uxmal y de Chichén Itzá, es abandonada, levantándose nuevas y más hermosas construcciones. Esta arquitectura provenía de una influencia nueva, enérgica, extranjera, de origen mexicano.

Ya hemos de ver que la migración tolteca parece seguir dos rutas en dos época.diferentes: la primera la de la rama olmeca, se interna en Centroamérica; la segunda, la tolteca, llega a Chichén-Itzá.

Las relaciones entre Tula y Chichén Itzá son múltiples: columnas serpentinas, atlantes, tigres en actitud de caminar, etcétera; quizá la expulsión de Tula arrojó a un núcleo considerable, primero a Xicalanco y después a Yucatán, donde, como conquistadores, llegaron a apoderarse de Chichén Itzá.

En cuanto a la rama tolteca de Centroamérica, dejó otras antigüedades, yugos y palmas, por lo que no es improbable que formaran parte del núcleo olmeca --veracruzano.

Los toltecas llegados a Yucatán dejaron sentir su benéfica influencia en Mayapán, Chichén, Uxmal, Zayil, etcétera; pero es en Chichén Itzá donde se les encuentra, primero como mercenarios y después como conquistadores.

Su destreza en el manejo de los arcos y las flechas, según Landa, les dio una incuestionable superioridad sobre los mayas. Tozzer sostiene que algunas placas de oro y las pinturas de Chichén Itzá, inmortalizan la ocupación tolteca de esa ciudad. En esta época se levantaron los más bellos edificios de Chichén Itzá: el Caracol, el Castillo, el Templo de los Guerreros, el Juego de Pelota, I Tzompantli, la Casa de Águilas, el Osario, el Templo del Chac Mool, etcétera.

Pero este renacimiento durante el cual todo el suelo de Yucatán y Campeche se ve poblado de templos y palacios es cortado a mediados del siglo XV al romperse el equilibrio de la Liga de Mayapán. Nuevamente la cultura rompe su ciclo evolutivo, sólo que ahora para jamás volver a renacer.

Según la versión de Landa, la familia reinante en Mayapán, los cocomes, habían acabado por tiranizar a sus súbditos mayas ayudados por mercenarios mexicanos: "Que el gobernador Cocom entró en codicia de riquezas y que por esto trató con la gente de la guarnición que los reyes de México tenían en Tabasco y Xicalanco, prometiéndoles entregar la ciudad y que así trajo gente mexicana a Mayapán y oprimió a los pobres e hizo muchos esclavos; los señores le hubieran matado si no hubieran tenido miedo a los mexicanos.

Que el señor de los tutuxiues nunca consintió en esto y que viéndose oprimidos los de Yucatán, aprendieron a los mexicanos el arte de las armas y así salieron maestros del arco y la flecha y de la lanza y hachuela.

De esta suerte los tutul xiu de Uxmal y los itzaes de Chichén Itzá, se lanzan contra los cocomes de Mayapán, gobernados por Huanac Ceel. En un principio favoreció la fortuna a los cocomes gracias al auxilio de los xicalancas, pero después de treinta y cuatro años de lucha, Mayapán es destruido, toda la familia cocom asesinada, excepto un hijo de Huanac Ceel que se encontraba de viaje. Dice el Chilam Balam de Chumayel: "fue conquistada la tierra de Mayapán, la amurallada, por los itzaes, que habían sido arrojados de sus casas por los de Izamal, a causa de Huanac Ceel. Sólo los mercenarios toltecas fueron respetados, pero Mayapán quedó abandonado y la familia cocom desaparecida.

Los descendientes de los últimos cocomes no olvidaron de echar en cara a los tutul xiu su origen extranjero, reclamándose ellos como representantes puros de la ilustre familia maya: "Extranjeros y traidores--dice el Chilam Balam--al matar a su señor principal (Huanac Ceel) robándole su hacienda.

La destrucción de Mayapán acaeció--dice el Chilam Balam de Maní--sesenta años antes de la llegada de los españoles; es decir, si tomamos como punto de partida el año de la conquista de México, llegaríamos a la fecha de 1461, Todavía después de la caída de Mayapán sucedieron veinte años de cierta prosperidad y abundancia, al cabo de los cuales volvió a cernirse el desastre sobre Yucatán: un huracán arrasó la península, a lo que siguió un período de calma para después presentarse la peste y renovarse las guerras intestinas, declinando la cultura su ocaso definitivo.

Cronología Maya

11000 - 9000 aC Los primeros grupos de nómadas y cazadores aparecen en la región del Yucatán y el Petén. Comienzan a establecer pequeños grupos de asentamientos irregulares. Se conocen grupos similares en el altiplano mexicano y partes de Norteamérica.

3114 o 3113 aC

En este año, según los datos obtenidos, se crea la era actual maya. Este acontecimiento es equivalente a la creación del universo.

2000 aC

La civilización Olmeca empieza su desarrollo, y sienta las bases de la influencia que ejercerá en todas las culturas posteriores, incluida la maya. En el territorio maya, específicamente el Bajo Petén y Belice, se establecen las primeras colonias permanentes basadas en esquemas agrícolas.

700-600 aC

En Monte Albán (Cultura Zapoteca) hacen aparición las primeras fechas escritas en monumentos según el Calendario sagrado Tzolkin.

400_50 aC

Primeros usos del calendario entre los mayas. Aparición de la organización jerárquica en la sociedad maya, en Cerros, ciudad que es abandonada. Fundación de Teotihuacán.

100-500 dC Decadencia de la Cultura Olmeca.

Influencia de Teotihuacán en la Cultura Maya del Petén. Tikal se convierte en el Centro Cultural Maya, introducción de la guerra ritual y el sacrificio de rehenes.

600 dc Caída de la Ciudad y el Imperio de Teotihuacán.

683- 900 dC

El Año de 683, el rey Pacal de Palenque es enterrado ceremonialmente en el Templo de las Inscripciones. Este evento marca el final de la dinastía de Palenque y la caída de la Ciudad.

El territorio Maya sufre las crecientes tensiones entre las ciudades/estados del Período Clásico. El comercio y el pueblo se ven afectados.

Tikal es abandonada cerca del 900. Este evento marca el final del Período Clásico Maya, localizado en el Petén y regiones cercanas.

900-1200dC

Desarrollo de la Cultura Maya Postclásica en el Norte y Oeste de la Península de Yucatán. Se desarrollan las ciudades de los estilos Puuc. Río Bec y Chenes (Uxmal, Edzná, Xpujil)

1200 -1300 dC

Abandono de las Ciudades del Posclásico. Cambios en los habitantes de Chichén Itzá (se cree que fue ocupada por los Toltecas, provenientes de Tula). Chichén Itzá es abandonada definitivamente cerca de 1250. Construcción y Cúspide de Mayapán, habitada por los Itzaes, antiguos pobladores de Chichén.

1300- 1500 dC

Mayapán es destruida y abandonada. La población Maya se transforma de ciudades/estados, a micro colonias agrícolas con aspiraciones políticas. Entre ellas Maní es la más poderosa. Abandono definitivo de todas las ciudades antiguas y caída del Imperio Maya, con la cual empieza la decadencia de la Cultura Maya.

1500 -1600dC

Llegada a las costas de Yucatán de Gonzalo Guerrero (1511), como náufrago. Llegada de la primera expedición española de Hernández dce Córdoba en 1517. Expedición de Hernán Cortés en 1519. Campañas de Francisco de Montejo y subsecuente subyugación de la población. Fundación de Mérida en 1542.

1600 - 1850 dC

Descubrimiento de Tikal en 1695 por Padre Avendaño. Estalla la rebelión Maya en 1712- Durará hasta nuestros días. 1821 Independencia de México y Centroamérica. En las tierras mayas continúa el esquema legal de la colonia Palenque es explorado por Antonio del Río en 1822. John Lloyd Stevens realiza sus viajes a las regiones mayas en 1839 y describe, entre otras, la ciudad de Copán en el bajo Petén. Las Leyes de la Reforma en México dan como resultado Guerra de las Castas de 1847, en la cual México por poco pierde control de la Península de Yucatán frente a los Insurgentes.

1850-1900 dC

A pesar de perder política y militarmente, la Rebelión Maya sigue adelante, bajo los auspicios de la Chac Cruz, que se encuentra en Bacalar, Quintana Roo. Las tensiones entre el Gobierno Mexicano y los Mayas siguen en ascenso, afectando profundamente la vida rural en el área.

1900 - 1998 dC

1910 - Estalla la Revolución Mexicana. Exploración de Bonampak en 1946. El Arqueólogo Alberto Ruz L. descubre el Tumba de Pacal en Palenque, dando un giro de 180 grados a la arqueología maya. Investigaciones Epigráficas llevan al desciframiento de la escritura maya en la década de 1960. Rebeldes Chiapanecos se levantan en armas el 1 de enero de 1994 bajo el nombre de EZLN, continuando así la lucha armada de los Mayas por la autonomía.

Gobierno

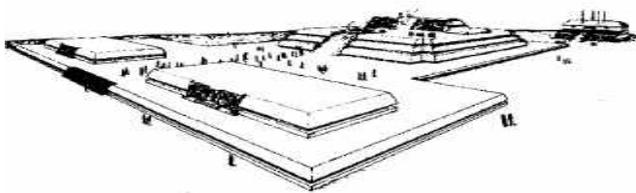
Cada ciudad grande tenía un jefe supremo el cual gobernaba sobre la ciudad y la región a su alrededor de por vida. A su muerte, un hijo o hermano le sucedía. En algunos casos la esposa podría ser la siguiente en la línea de sucesión. Si no había algún sucesor, un nuevo gobernante era seleccionado de clase alta. Cada ciudad maya o estado tenía varios jefes intermedios importantes quien tenía puestos parecidos a los de nuestros intendentes. Estos hombres podían tener otros puestos. Se les consideraba los líderes de la ciudades mayas y también eran responsables de guiar a su gente. Estos jefes también eran responsables de las consecuencias que aplicaban por ciertos crímenes. El ladrón se convertía en el sirviente de su víctima. Los asesinos eran ejecutados, a veces como parte de un ritual de sacrificio. Para crímenes menores, el pelo del criminal era cortado como señal de desgracia, esto era una especie de separación entre la vida de la clase reinante de la de los plebeyos. Algunos artículos de lujo como el jade, plumas y piel de jaguar eran únicamente usados por las clases reinantes. Era trabajo de los plebeyos proveerles de estos artículos como ofrendas. Cuando alguno de los miembros de la clase superior viajaban, los trabajadores debían cargarlos en literas. Los guerreros eran una

clase aparte cuya función principal era capturar prisioneros de guerra. A veces, campesinos y otros miembros de las clases inferiores eran obligados a servir como guerreros. Los soldados enemigos capturados se convertían en esclavos. Oficiales derrotados en guerras se convertían en sacrificios humanos, Los ejércitos no peleaban hasta después de una ceremonia religiosa elaborada. Los guerreros portaban brillantes penachos de plumas y escudos hechos de pieles de animales. Los guerreros peleaban con macanas de madera, cuchillas de pedernal, lanzas y hondas. También utilizaban bombas de avispas en las cuales nidos de avispas era lanzado en medio de un grupo de soldados enemigos. Toda pelea era interrumpida cada tarde y había una tregua que duraba hasta la mañana siguiente. Si el comandante de uno de los ejércitos era herido o muerto su ejercito retrocedía y la batalla finalizaba.

Tecnología

Muchas herramientas mayas, incluyendo la de guerra eran hechas de huesos, partes de animales, piedras, metal y madera. Las herramientas no eran decoradas, es mas, casi nunca se limpiaban. Las cuchillas eran afiladas frecuentemente y fabricadas para facilitar el trabajo a las personas que las utilizaban y también para aquellos en quienes eran utilizadas. Muchas de la cuchillas eran curvas y hechas con un mango cómodo de hueso. Ambas mostraban el grado de habilidad de la tribu o cultura Maya. Las herramientas para agricultura eran hechas de madera, piedra o ambas. Las casa de los mayas consistían mas que todo en templos, pequeñas chozas o sub-templos. Estos eran hechos de roca en ocasiones madera, el cual era usado para soportarlos. El único medio de transporte de los mayas eran sus piernas y si viajaban por ríos, utilizaban canoas.

Arquitectura



Su origen

La arquitectura de los mayas es tan característica como la griega, romana o gótica. Tiene variaciones locales; pero fundamentalmente es de una naturaleza única. cuando se estudia el trazo de las ciudades, estas tienen una relación impresionante con la Astronomía. La gran mayoría de los templos mayas, son tetraedros truncados, prismas de base rectangular, en algunos casos cilindros circulares, como encontramos en el centro arqueológico del Ceibal.

Estas obras de arquitectura, fueron planificadas antes de iniciarse su ejecución, esto es corolario natural que dedujimos de la relación que muchos de ellos guardan con los cuerpos celestes también podemos llegar a estas

Se ha sugerido que la choza de paja maya, con su techo fuertemente inclinado de dos aguas, era el prototipo de los edificios de arcos de piedra voladizos lo que puede tener sus visos de probabilidad. La choza de paja de la gente del pueblo, idéntica durante dos mil años, es rectangular, con los extremos redondos, y mide 6.70 metros de largo por 3.65 metros de ancho.

Las paredes están hechas de palos recubiertos de lodo o de piedra sin labrar, y no pasan de 2.20 metros de alto. Sobre ellas descansa una armazón de palos que se levanta a otros 3.50 a 4.50 metros. Estos sostienen el techo de paja de dos aguas, fuertemente inclinado.

En las pinturas murales y decoraciones de fachadas de la Epoca Clásica se ven reproducidas estas casas de la gente del pueblo, y los cimientos mismos de una casa se han encontrado en uno de los pisos más antiguos del palacio de Uaxactún.

La semejanza entre las casas techadas de paja y los edificios de piedra, es notable, especialmente si se observa desde el interior. Este parecido sugiere que el declive de los techos de paja Dio lugar en un principio a la idea del techo de bóveda de piedras saledizas.

Los materiales para las construcciones de piedra se encontraban en la mayor abundancia, en forma de material muy fácil de trabajar: la piedra caliza que, al quemarla, proporciona la cal y existen muchos depósitos de grava, que empleaban en la mezcla.

Dada la gran inteligencia y el profundo fervor religioso de los antiguos mayas, era inevitable que crearan su propia arquitectura religiosa. Fuera de las atenciones de su economía interna, no tenían otra actividad que consumiera tanto su tiempo y energías sobrantes como la arquitectura.

EL EJEMPLAR MAS ANTIGUO DE LA ARQUITECTURA MAYA.

No es de suponer que existieran edificios de piedra en la primitiva etapa formativa de Uaxactún; pero, al final del periodo comienzan a aparecer paredes bajas de piedra. Es dudoso que al principio de este periodo se hayan construido edificios de piedra propiamente dichos. Las paredes bajas de piedra que se han encontrado asociadas con vasijas antiguas en Chicanel eran simples muros de retención o frentes de plataformas bajas para sostener estructuras de materiales de poca duración. Sin embargo, al final del periodo, se encuentra la primera construcción de piedra de grandes dimensiones, una pirámide construida para sostener una estructura de madera y paja.

El ejemplar maya más antiguo de arquitectura de piedra es la pirámide cubierta de estuco, E-VII-sub, de Uaxactún. El notable estado de conservación en que se encuentra se debe a que poco después de haber sido terminada, fue cubierta por completo por una pirámide de mampostería, de piedras en bruto, E-VII.



Los costados de esta construcción también estuvieron decorados con grandes mascarones de estuco, como la más antigua E-VII-sub. La cima de la pirámide posterior era tan pequeña que claramente se ve que nunca pudo haber sostenido un edificio de piedra, como tampoco lo sostuvo E-VII-sub, pues en el piso de mortero de cal de la cima de E-VII-sub, aparecieron rellenos cuatro hoyos para postes que sin duda sirvieron originalmente para sostener los postes de las esquinas de una estructura de palos y paja.

Esta pirámide de estuco, decorada con dieciséis mascarones de estuco de tamaño heroico, con cuatro escalinatas, es una maravilla de la arquitectura maya primitiva. Aunque fue construida de mampostería, es únicamente una subestructura y procede de una época anterior a los edificios de piedra propiamente dichos.

TECHADO DE BOVEDAS DE PIEDRAS SALEDIZAS

Con el complejo de estelas de piedra y cerámica Tzakol introducido a Uaxactún en 8.14.0.0.0 (317), encontramos el ejemplar más antiguo de techado de bóveda de piedras saledizas del territorio maya.

Tal vez ya en 8.12.0.0.0 (278) se habían construido las primeras bóvedas saledizas. Los ejemplos más antiguos de éstas son muy toscos. Se componen de lajas ordinarias y sin proporción, colocadas sobre una capa gruesa de mezcla y presentan una superficie muy dispareja.

Después de su introducción a Uaxactún, el techo de bóveda voladiza comenzó a extenderse en todas direcciones. Llegó a Copán en el extremo sudeste, tal vez hacia 9.0.0.0.0 (435); a Oxkintok en el noroeste de Yucatán seguramente desde 9.2.0.0.0 (475); a Tulúm en el nordeste de Yucatán, cerca de 9.6.10.0.0 (564); y probablemente al valle del Usumacinta hacia 9.10.0.0.0 (633), o antes.

Antes del final de la Época Clásica, en 10.3.0.0.0 (889), el techado de bóvedas de piedras saledizas había penetrado por todas partes del territorio maya pero cosa curiosa, no pasó del área maya propiamente dicha y no se le encuentra en ninguna de las regiones inmediatamente adyacentes.

Su aparición más occidental ocurrió en Comalcalco, en el Estado de Tabasco, y las más lejanas hacia el sudeste, en Papalgalpa y Asunción Mita, en el sudeste de Guatemala. No se encuentra para nada en las tierras altas de este país, salvo en el techo de unas cuantas tumbas dispersas, lo que probablemente se debe a la intensa actividad sísmica de esta última región.

TECHOS DE VIGAS CUBIERTAS DE CONCRETO DE CAL

Además de las bóvedas voladizas, en la arquitectura maya se conoce otro tipo de techo, el plano, hecho de vigas y concreto de cal. Se le ha encontrado en la Época Clásica en Piedras Negras, Uaxactún y Tzimín Kax,

y en la Epoca Postclásica en Chichén Itzá y en sitios relativamente recientes a lo largo de la costa oriental de Yucatán, principalmente en Tulum y en Chac Mool.

El techo de concreto de cal se construía encima de vigas cruzadas llenando primero provisionalmente los espacios intermedios con un entrelazado de palos sobre los cuales, y sobre las vigas se colocaba en seguida un techo de concreto de cal de 30 centímetros o más de espesor. Cuando este último se había asentado firmemente, se retiraban los palos del entramado. Este método de techar se practica todavía en Yucatán.

Al hacer una excavación es difícil identificar estos techos, porque se desmoronan convirtiéndose en piedras menudas y polvo de cal.

Sin embargo, prácticamente en todos los casos en que al excavar edificios de mampostería no se encuentran bóvedas de piedra se puede suponer con seguridad, que tales construcciones tuvieron techos planos de vigas y concreto de cal.

DESCRIPCION DE LOS EDIFICIOS

Prácticamente, todos los edificios mayas fueron levantados sobre subestructuras que variaban en altura según el uso a que se destinaba la construcción que sostenían, desde las terrazas bajas de 50 cm. A 2 metros de alto, cuando se trataba de palacios y edificios para habitación, hasta elevaciones que llegaban a veces a 45 metros en el caso de los templos (Templo IV de Tikal).

A estas subestructuras se subía por escalinatas anchas y empinadas, construidas en uno o más lados. Los edificios se levantaban en la parte de atrás de la cima, de manera que quedara un espacio amplio entre su frente y las escalinatas que dan acceso a ellos; pero por detrás y en los costados llegaban casi hasta la orilla de la subestructura.



Por lo común, las fachadas mayas están divididas horizontalmente en dos bandas principales, por una moldura media que corre sin interrupción en torno al edificio, como de la mitad para arriba de la pared.

Otra moldura parecida corre alrededor de la parte alta del edificio. Los techos están hechos de concreto duro de cal y son planos, generalmente un poco más altos en el centro, para facilitar el desagüe. En Copán, Chichén Itzá y Uxmal se ven algunos desagües saledizos del techo para conducir el agua al exterior.



Encima del techo se encuentra con frecuencia, paralelo al frente del edificio, y sobre su eje central, un alto muro retiforme que corre a todo lo largo de la construcción. Este peine del techo es algunas veces tan alto como el propio edificio y no tiene otro objeto que el de un adorno.



Los planos superficiales varían según el fin a que se destinaban los edificios. Los templos, generalmente tienen sólo dos cámaras, una atrás de la otra, a las cuales se entra por una puerta abierta en la pared del frente; la cámara interior era el santuario y la cámara exterior se usaba para ceremonias menos reservadas. En el tipo de construcción de palacio, hay casi siempre dos largas filas de cámaras, una detrás de la otra.

Si sólo hay puertas exteriores en la pared frontal, se entra a las cámaras interiores por medio de puertas abiertas en la pared posterior, pero a veces se puede entrar directamente a la fila posterior de cámaras por medio de puertas abiertas en la pared de atrás del edificio. En este caso es raro encontrar puertas en el largo muro central que separa las dos filas y casi nunca las hay en las paredes divisorias transversales.

Estas últimas observaciones se aplican especialmente a los "palacios" de la región norte, pero en Piedras Negras, en la región central, no son raras las puertas tanto en las paredes medias como en las transversales. Ventanas propiamente dichas no existen, aunque a veces la mitad superior de la fachada se ve perforada por pequeñísimas aberturas rectangulares.

Por muy hábilmente que los mayas hayan cortado y labrado los bloques de piedra individuales para sus edificios, las paredes tanto exteriores como interiores, fueron cubiertas originalmente de estuco de cal, tapando con él todas las juntas. Pero especialmente tratándose de los edificios de Yucatán no se hizo ningún esfuerzo para retallar las juntas.

En los pueblecillos y aldeas del norte de Yucatán, todavía se hacen los hornos de cal de la misma manera que los hacían en los tiempos antiguos y la piedra caliza del lugar se quema para fabricar la cal.

Se escoge un lugar en el bosque y se limpia por completo. En seguida se cortan manojos de leña y se colocan en un círculo que varía entre tres y seis metros de diámetro. Los manojos se colocan paralelamente al

radio del círculo, dejándolo en el centro un hoyo de unos treinta centímetros de diámetro. Este montón bien ordenado de leña se levanta hasta una altura de más o menos 1.25 metros, y luego, comenzando desde 30 centímetros atrás de su borde exterior se amontonan los pedazos rotos de piedra caliza hasta otros 60 centímetros de alto.

Terminada esta operación, se enciende el horno arrojando hojas y madera podrida al fondo del agujero del centro y prendiéndoles fuego. De esta manera el fuego se extiende desde el fondo hacia arriba y de dentro hacia fuera del horno. Los mayas creen que es importante tomar dos precauciones para obtener una buena quema: no debe haber viento, a fin de que el horno se queme parejo, y, además, no se debe permitir que las mujeres se acerquen al lugar. Si alguna llega a tocar el horno hornada será un fracaso.

Se necesitan 36 horas para que un horno se queme por completo, y cuando se ha logrado una buena quema, los fragmentos de piedra quedan enteramente reducidos a cal. Durante los mil doscientos años en que los antiguos mayas estuvieron construyendo edificios de piedra, ocurrieron diferencias en la arquitectura, no sólo de carácter temporal, sino también en forma de variantes regionales, que se reflejan en los diferentes tipos de unión de las piezas, en detalles de construcción y estilos de decoración.

Sin embargo, considerando el largo espacio de tiempo que abarcaron sus actividades constructoras las extensas áreas en que florecieron, la arquitectura maya es notablemente homogénea.

DECORACION DE LOS EDIFICIOS.

No parece que los edificios del Periodo Antiguo de la Epoca Clásica, hayan sido profusamente decorados. Por regla general las fachadas eran verticales con molduras en el medio y la parte superior; estas últimas se hacían por medio de filas de piedra en bruto que sobresalían al exterior y luego recibían un acabado con capas de mortero.

Algunos edificios de la Epoca Clásica de la región central especialmente en Copán, Palenque y Tikal, tienen fachadas inclinadas arriba del nivel de la moldura media. Posteriormente las zonas superiores de la fachada que quedan entre las molduras media y alta, se comenzaron a decorar moderadamente con estuco.

Este tipo de decoración de fachada alcanzó su desarrollo más notable durante la Epoca Clásica en Palenque, cuando tanto la zona alta como la inferior se embellecían ricamente con dibujos complicados en estuco de cal muy consistente que se sostenía por medio de piedras ordinarias que salían de la fachada.

En la región central no parece haber habido mucha decoración de piedra labrada en la mitad superior de la fachada, salvo en Copán y Quiriguá. Ocasionalmente se empleaba la escultura en la decoración exterior; en tableros murales (Piedras Negras), o en rampas a lo largo de las escaleras (Palenque, Copán, Quiriguá) y en el frente de las gradas, las cuales están grabadas algunas veces con inscripciones jeroglíficas (Copán, Quiriguá, Palenque, Yaxchilán, Naranjo, Seibal, Etzná, La Amelia).

El empleo de la escultura como medio de decoración interior en los edificios de la Epoca Clásica tampoco es común. Se le observa en los tableros del santuario de Palenque, en las jambas y a los lados de las puertas interiores de Copán y en el frente de las gradas interiores y decoraciones murales de Quiriguá.

En la región norte, sin embargo, la decoración escultural se usa más. En la región de los Chenes, en el centro de Campeche y poniente de Quintana Roo, aparecen las fachadas adornadas con ricas decoraciones, no sólo encima, sino también debajo de la moldura media. Estas fachadas Chenes son las más adornadas y complicadas del territorio maya.

En la zona Puuc, al norte y noroeste de la región de los Chenes, la sección más fértil y más densamente poblada de la Epoca Clásica, la escultura está confinada principalmente a las zonas superiores de las fachadas aunque a veces se encuentra también una zona inferior esculpida. Los dibujos aquí son en su mayor parte geométricos, aunque en ocasiones se inserten figuras humanas, de animal, ave o serpiente en la mitad superior de las fachadas.

Los elementos individuales de estos mosaicos están mejor formados, labrados, grabados y ajustados en la región Puuc que en ninguna otra parte. La arquitectura alcanzó aquí alturas que jamás había escalado antes.

En cambio, la escultura, que se había desarrollado con tan exquisito gusto en la región central, languideció como arte independiente en la región norte, quedando subordinada a la arquitectura y limitada casi en absoluto al embellecimiento de las fachadas. El arte escultórico sufrió las consecuencias de esta limitación. Mientras la arquitectura Puuc llegaba a un nivel cada vez más elevado de belleza y dignidad, las pocas esculturas que existen son en su mayor parte pesadas, torpes y hasta toscas.

La arquitectura maya-mexicana es una fase arquitectónica todavía más reciente, que llegó a su más alta expresión en Chichén Itzá. En ella predomina la serpiente emplumada, Kukulcán o el Quetzalcóatl de México, en cuyo honor fueron erigidos los templos principales. Su figura se reproduce en columnas y balaustradas. Sus edificios se caracterizan por sus bases inclinadas en forma de talud; sus techos ornamentados con grecas de piedra.



Algunas estructuras son claramente de origen mexicano, como el Tzompantli o lugar de los Cráneos, que era donde se conservaban las calaveras de todas las víctimas sacrificadas, clavadas en estacas. El Tzompantli de Chichén Itzá es una plataforma descubierta de unos 56 metros de largo, 12 de ancho y 1.80 de alto, cuyos lados están decorados con representaciones esculpidas de calaveras ensartadas en perchas.



Detalle del Altar de Cráneos, donde se realizaban sacrificios humanos

Los edificios de Chichén Itzá, así como las subestructuras, están decoradas con figuras de hombre o animal, haciéndose menos uso cada vez de los elementos puramente geométricos que abundan en la decoración de la arquitectura Puuc.



Vista Posterior de La Iglesia

En los portales de los templos se ven estatuas de apariencia humana, de tamaño heroico y reclinadas, como la figura llamada Chac Mool. Por último, la arquitectura maya-mexicana se caracteriza por el uso frecuente de grandes columnatas. Algunas veces miden éstas de 60 a 100 metros de largo y contienen cuatro o cinco filas de arcos abovedados, y en sus muros posteriores se ven tronos flanqueados de bancas. La arquitectura se ha vuelto menos pesada y a la vez más abierta, ligera y graciosa.

Religión

La religión era una parte importante de la vida Maya que regulaba casi todo. Los sacerdotes eran considerados como el segmento de población mas importante de todos usualmente eran los jefes reinantes y solamente ellos eran educados para conocer todo lo que sus dioses significaran (rituales, oraciones, etc.). Ellos creían que sus dioses habían destruido y recreado su mundo muchas veces por lo cual ellos estaban siempre tratando de complacerlos con sacrificios y siempre tenían miedo cuando ocurrían eventos naturales como las sequías, tormentas, y otros desastres naturales. Todos sus dioses se relacionaban con la naturaleza y eran referidos como los dioses de una parte de ésta (dios del sol, de la lluvia, de la luz, etc.). Su ser supremo y creador del universo era Hunan Ku a quien le atribuían todas sus acciones y creaciones. Sus dioses mas importantes después de él eran los dioses de la luna y del sol. Los mayas también pensaban que estos dioses eran los padres de los humanos (el dios del sol era el padre y el dios de la luna era la madre). El dios del maíz era responsable de las siembras y de las cosechas. Las estatuas lo muestran portando un penacho hecho de hojas de maíz. Habían cuatro dioses de la lluvia llamados Chacs (quienes controlaban la cantidad de lluvia, los truenos, los relámpagos las tormentas, etc.). Los Chacs eran venerados por los campesinos mayas. Cada actividad o trabajo tenia su propio dios o diosa.

Los mayas sacrificaban personas (incluso niños), puede parecer algo terrible, pero para los mayas eran muy comunes y nadie se oponía a ellos. También hacían ofrendas de sangre, que caía en tiras de papel que luego se quemaban. Todo esto lo hacían para compensar el esfuerzo que habían hecho los dioses al crear el mundo.

Lenguaje

El lenguaje maya fue hablado en el sur de México, Guatemala y Belice. Los lenguajes mayas fueron también hablados en el occidente de Honduras y de El Salvador. Los mayas se sub-dividieron en grupos: Huastecos, Yucatecos, Mayas Occidentales y Mayas Orientales. Los mas importantes lenguajes de los Mayas Orientales fueron el Quiche, y el Cakchiquel, pero también estaban el Mam, Teco, Aguacateco, Ixil, Uspanteco,

Sacapultepeco, Sipacapa, Pocomam, Pocomchi, Kekchi. El lenguaje principal de los Maya Occidentales fue Tzeltal el cual se habló en Chiapas, México, hablaban otros lenguajes que incluían el Chontal, Chol, Chortí, Tzotzío, Tojolabal, Chuj, Kanjobal, Acataeco, Jacalteco y Motozintleco. El Yucateco es el lenguaje más importante hablado en Yucatán, el norte de Guatemala y Belice.

Arte maya.

La yuxtaposición de motivos pertenecientes al arte maya-tolteca en cuanto escultura, en la que, sobre todo, se repite la máscara con nariz en trompa del dios tolteca de la lluvia, Chac, representación del lucero del alba. Los mayas hicieron un notabilísimo invento arquitectónico: la falsa bóveda o bóveda en saledizo, también llamada bóveda triangular (sirva de ejemplo la de la casa del Gobernador, en Uxmal).

Lo esencial de la escultura, siempre estilizada y decorativa, está representado por los bajorrelieves, cuya exuberante profusión justifica hasta cierto punto el calificativo de barrocos. Constantemente se repiten glifos y signos celestes (estrechamente relacionados con el calendario maya), jeroglíficos, figuras humanas vistas de perfil y emplumadas con motivos geométricos. La escultura en altorrelieve es poco frecuente, pese a ello se han encontrado estelas en verdad admirables (Copán).

Mención especial merecen las numerosísimas estatuillas en terracota, cuya variedad (mujeres, sacerdotes, guerreros, jugadores de pelota, actores y bailarines) solo es comparable a la vivacidad y a la expresividad de que fueron dotadas (600 a 950 d. de J.C. sobre todo en la región



noroeste del Yucatán). Nada sabríamos de la riquísima pintura mural maya de no ser por el conjunto de frescos descubierto en 1945 en el templo llamado ahora de las Pinturas, en Bonampak.



Las tres salas del templo están por entero decoradas. En la primera se representa a los altos dignatarios en espera de ser recibidos por el rey-gobernador, que aparece a su vez engalanándose: músicos y bailarines ocupan una serie de cuatro paneles inferiores; la segunda sala representa una batalla en la selva, seguida de la victoria real: la tercera agrupa escenas relativas a la celebración de la victoria.

Todas esas pinturas llaman la atención por la suntuosidad, precisión y realismo con que están realizadas, pese a la hierática actitud de los personajes.

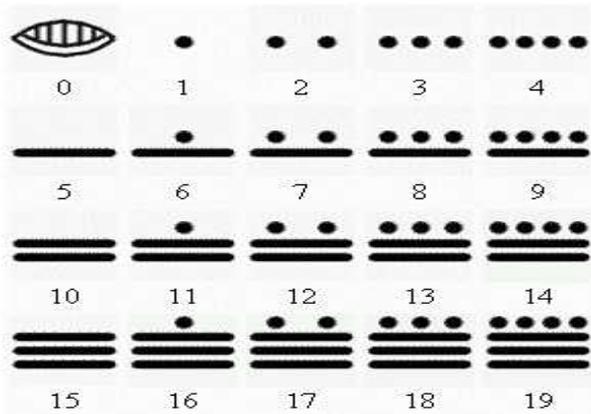


La alfarería y la orfebrería estuvieron muy extendidas entre los mayas. Cinco, periodos hay que se reparten una abundante producción de cerámicas: fuentes y jarrones de fondo liso, fuentes de tres y de cuatro pies, vasijas de barro policromado, etc. (850 a. de I.C.-950 d. de J.C.). En lo que a la metalurgia del oro se refiere, hay que decir que fue una de las especialidades de Chichén Itza. donde han sido hallados discos y joyas de enorme belleza.

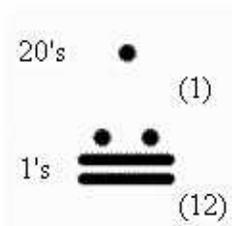
Marco teórico

La matemática

Su sistema de numeración tal vez fue el más efectivo y conciso de su tiempo. En lugar de nuestro familiar sistema decimal (base diez) ellos empleaban un muy efectivo sistema vigesimal (base veinte) con el cual podían registrar grandes cifras y realizar cálculos con mayor facilidad que los europeos de su tiempo. El sistema, aunque de base veinte solamente empleaba dos símbolos para su representación. La unidad o uno era representada con un simple punto, el cinco o múltiplos de éste número eran representados con una línea. Pero el símbolo que encierra una revolución en el mundo de las matemáticas fue un caracol: representaba al número cero. Esto demostraba una vez más la genialidad de los mayas. Ninguna civilización del planeta hasta entonces, por muy avanzada que fuera, había dado representación numérica al cero. Los mayas lo hicieron y con ello generaron un muy buen sistema numérico.

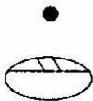
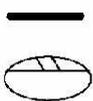
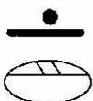


Representación de los veinte principales jeroglíficos mayas de su sistema numérico vigesimal. Solamente emplean 3 símbolos (punto, raya y caracol). Nótese lo trascendental del empleo del número cero, único en aquella época.



Representación de números grandes. Para representar el número 32 se usaban los símbolos 1 y 12, puesto que representaban $20+12$. El punto en la parte alta (parte de los "vigésimos") representa al 20, y el 12 en la parte baja a las unidades. Mientras en la numeración arábica extendemos las cifras hacia la izquierda, en la numeración maya las cifras se extienden hacia arriba.

En las siguientes ilustraciones podemos ver claros ejemplos de como el sistema vigesimal maya disminuye considerablemente el numero de "cifras" necesarias para representar grandes números.

Decimal	Maya	Decimal	Maya
0		122	
20			
40		1518	
100			
120			

Incluso los cálculos de grandes números en sistema vigesimal resultan muy sencillos. ¡ Solo es cuestión de sumar o restar puntos y/o barras!

OPERACIONES ARITMÉTICAS EN EL SISTEMA DE NUMERACIÓN MAYA

Morley (pag. 256), registra la forma de la adición en el sistema de numeración Maya. Landa, describe que las cuentas las hacían en el suelo o lugares planos y utilizaban piedras y ramas, como testimonio se dan las siguientes citas:

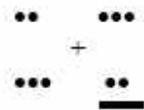
Landa describe am como "pedrezuelas de las suertes que echan" y estas pedrezuelas o dados, sin duda debían ser cúbicas, ya que am es raíz de aman, "esquina o cantero"(Chilam Balam, pag. 183).

"...hacen un incontable número, cuentan en el suelo o cosa llana." (Landa, pag. 112).

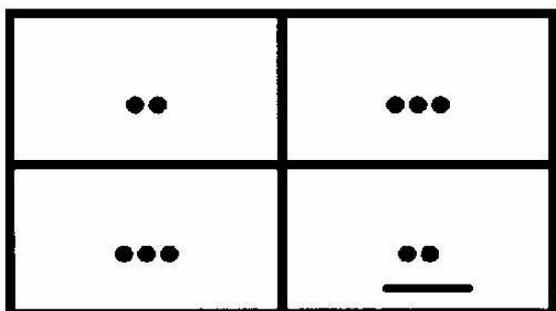
ADICION DE ENTEROS

La adición y posiblemente las otras operaciones de la aritmética, se trabajan sobre una tabla o en el suelo, en ella se colocan puntos y barras (frijoles y palitos). León-Portilla(pag. 2) propone que en el CODIGO DE DRESDE(44-b), se encuentra la representación de una multiplicación. También Calderón (1966) describe en forma muy didáctica, las cuatro operaciones de la aritmética, además de la raíz cuadrada y la raíz cúbica.

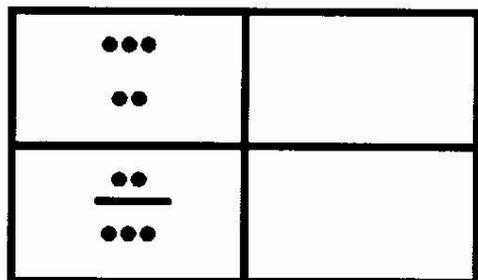
Ejemplo de adición: sumar 43 con 67. Escribimos los dos en notación Maya, como sigue:



Se colocan los números en el reticulado, una columna por cada número y una fila por cada posición.



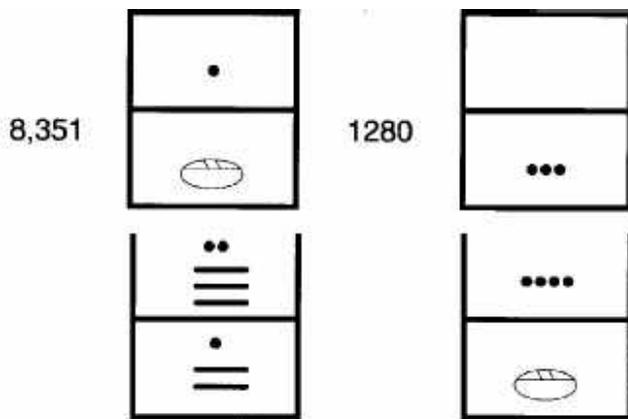
Luego simplemente trasladamos los puntos y barras del 67 a la columna del 43, conservando las filas. El paso siguiente es acomodar todos los elementos



El paso siguiente es acomodar todos los elementos a las reglas de: máximo cuatro puntos por posición, tres barras por posición y 19 unidades por posición, esto se ejecuta de la fila de las unidades, hacia arriba.

—	
— —	

El siguiente ejemplo confirma el algoritmo. Sumar 8351 con 1280, primero se convierten estos números al sistema de numeración Maya



Seguidamente se colocan los sumandos en el reticulado, situando el 8351 en la primera columna y el 1280 en la segunda columna, conservando las posiciones que se nos presentan:

•	
	•••
•• — —	••••
• — —	

Al trasladar los puntos del 1280 a la primera columna, ésta se presenta así:

•	
•••	
•••• —••— —••— —••—	
• —•— —•—	

Y aplicando la regla de máximo cuatro puntos, se tiene el reticulado siguiente:

•	
•••	
• —•— —•— —•—	
• —•— —•—	

Aplicando la regla: 20 unidades en una celda, sube una unidad a la celda superior, logrando así el resultado siguiente:

•	
••••	
•	
• — —	

SUSTRACCION DE ENTEROS

Es fácil para el lector extrapolar del concepto de adición al de sustracción y también determinar si el resultado es un número negativo o un positivo. Otro ejemplo; restar los siguientes número:

•••	•
•• — —	—
••• — — —	• — —

Se nota que el primero es mayor que el segundo, ya que tiene más elementos en la tercera fila. Ahora todo lo que se necesita hacer, es quitar de la primera columna, tantos elementos como hay en la segunda columna, este proceso se repite en cada fila, comenzando con la fila más alta.

Se continua de esta manera, hasta terminar con todas las filas, el resultado está en la primera columna.

••		••		••	
•• — —	—	•• —		•• —	
••• — — —	• —	••• — — —	• —	•• —	

Ahora, otro ejemplo:

•	—
•• —	•• —
•• —	≡

En este caso, la segunda columna tiene más elementos que la primera en la posición más alta, por lo que se retiran de la segunda columna, tantos elementos como hay en la primera. Como el resultado queda en la segunda columna, entonces convenimos que el resultado es un número negativo cuando queda en la segunda columna, véase el resultado

	••••		••••		••••
•• —	•• —				
• —	≡	• —	≡		••••

Un último ejemplo: En este se presenta el caso cuando tenemos que restar de una fila, y el minuendo es menor que el substraendo, veamos:

• — — —	•• —
••	• — — —
• — —	••• —

•••• —	
••	• — — —
• — —	••• —

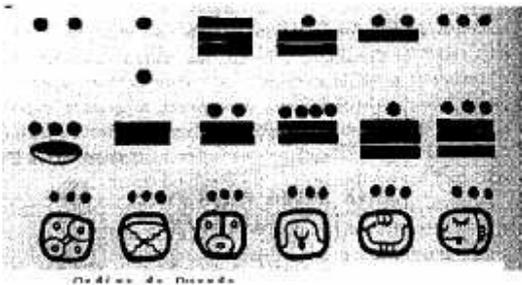
Se restará de la columna uno, los elementos de la columna dos, fila por fila, comenzando con la fila de la potencia mayor, en este caso, se inicia la resta en la tercera fila: En la segunda fila, el minuendo es menor que el substraendo, en este caso, se baja una unidad de la fila superior, que se convierte en 20 unidades en esa fila, y de esta manera sí se puede restar, vea el ejemplo:

••• —		••• —		••• —	
— — — —	• — — —	• —		• —	
• — —	••• —	• — —	••• —	••• —	

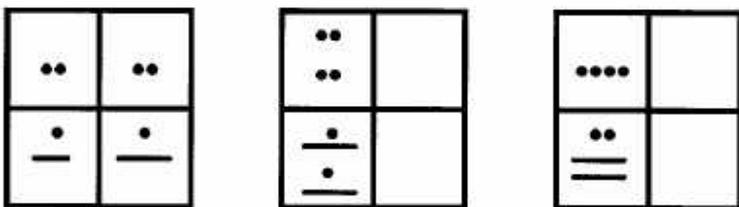
Con este proceso se obtiene el resultado final.

MULTIPLICACIÓN DE ENTEROS

León-Portilla (1988), señala que en una hoja del código de Dresdre, aparecen diferentes cantidades que son múltiplos de otra. Algunos autores indican que el proceso de multiplicación, probablemente se hacía con sumas repetidas, estas conclusiones las hacen, probablemente, por la forma en que se construye la multiplicación en los números enteros.

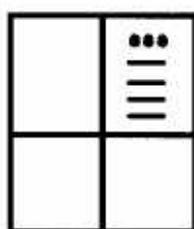
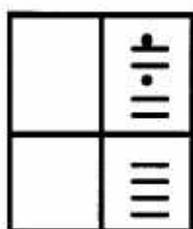
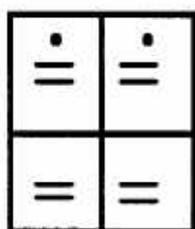
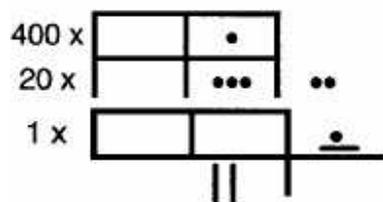


En los inicios de su desarrollo matemático, probablemente, esta fue la forma de efectuar multiplicaciones, pero, considerando las grandes cantidades que ellos manejaban en sus cálculos astronómicos y la exactitud de los mismo, es muy lógico pensar, que debieron de haber desarrollado un algoritmo para efectuar la multiplicación. Hasta el momento, no ha sido posible deducir históricamente dicho algoritmo. Se hará una simulación de este proceso para llegar a lo que pudo haber sido el algoritmo de la multiplicación en el sistema Maya. Se inicia con la multiplicación de un número por 2, por ejemplo 46 por 2, colocamos en el reticulado el 46 en dos columnas y luego sumamos



El resultado final se escribe de la forma siguiente, destacando los factores de la multiplicación.

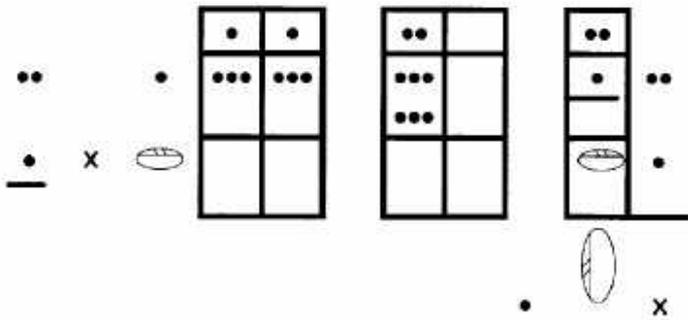
Ahora fácilmente se hará la multiplicación de 46 por 10



Recuerde que se está construyendo un algoritmo para la multiplicación, como ya se efectuó la multiplicación de 46 por 10 y de 46 por 2, ahora se hará la multiplicación de 46 por 12

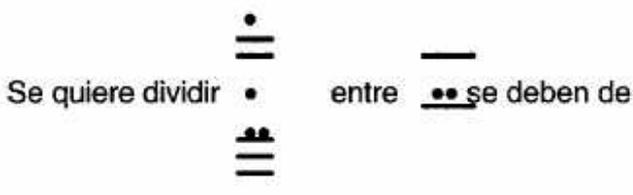


El resultado más interesante, se verá en la multiplicación de 46 por 20, que no es más que sumar dos veces la multiplicación de 46 por 10 obteniéndose:

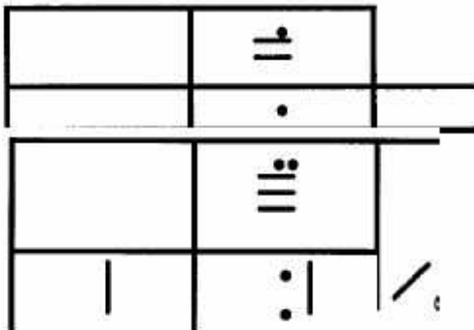


DIVISION DE ENTEROS

La construcción del algoritmo de la división es menos elaborada, se considerará como el proceso inverso de la multiplicación, esto es, dando un dividendo y un divisor, buscamos un cociente, tal que al multiplicarlo por el divisor, más el residuo (que puede ser cero), sea igual al dividendo.



Colocar las cantidades en el reticulado, quedando de la siguiente forma:

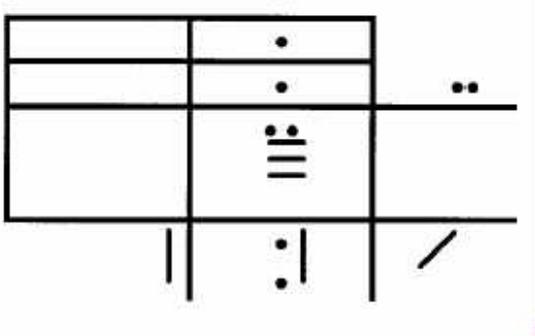


Luego, divida la primera cifra del dividendo entre la primera cifra del divisor, esto es, dividir

entre el cociente es igual a quiere decir que la primera cifra del cociente es , como sucede en el algoritmo de la división de base 10, ahora se necesita restar del dividendo, una cantidad igual al divisor multiplicado por el cociente parcial, esto es



Se inicia esto retirando dos barras de la posición más alta

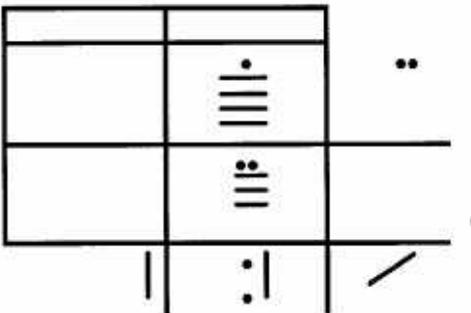


Ahora se necesita restar

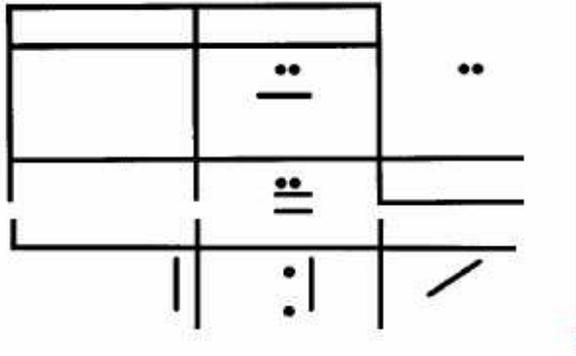
 de la segunda fila, pero sólo hay . De la posición más alta se baja una unidad con valor de



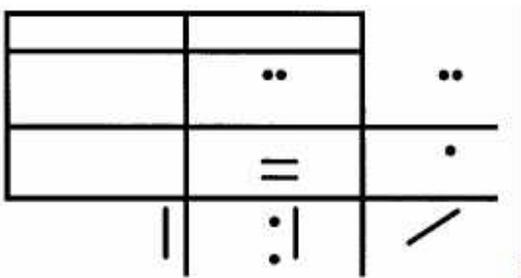
en la posición inferior, véase el reticulado:



Luego, cuando se retira  de la segunda posición, se queda el reticulado como:



Se continua dividiendo, ahora la primera cifra del dividendo entre la primera cifra del divisor, esto es: $\overline{20}$ entre $\overline{10}$ esto da 2 retiramos una barra de la segunda fila y un $\overline{20}$ de la primera fila, quedando



Trasladando a base 10, lo que se calculó fue la división de 4437 entre 107, el resultado es 41 de cociente con un resto de 50.

En ocasiones a los mayas los han denominado "los griegos de América". Pues en sistemas numéricos los mayas superaron a los griegos. Los filósofos del Egeo se veían fácilmente abrumados por las cantidades grandes. Pasado los cuantos miles, para los griegos la cantidad era tan elevada que la consideraban prácticamente igual a "infinito". En cambio, los mayas con su representación vigesimal representaban y realizaban cálculos de cantidades tan grandes como millones. Un hecho curioso en la numeración de los mayas es que no usaban sistemas fraccionarios. Sin embargo para solucionar ese problema utilizaron un recurso inteligente pero desconcertador: usar múltiplos de la fracción que dieran valores enteros.

GEOMETRÍA MAYA

Sucede con el estudio de la Geometría, lo mismo que con las otras ciencias desarrollada por los Mayas, el conocimiento, fue integrado y desarrollado para el beneficio de la colectividad. Del trabajo de Gerdes, publicado en el libro "DESENHOS DA AFRICA", se obtiene la idea de hacer una matematización de los dibujos que aparecen en tejidos. Se busca un elemento generador al cual se aplican diferentes operadores: traslación, homotecia, rotación. Con la composición de este elemento se desarrollan formas y la composición de formas desarrollan cadenas para luego formar mosaicos. Se tiene entonces un elemento no definido el

◀, de él se derivan formas, cadenas y mosaicos, para así formar la geometría.

ELEMENTO

El elemento no definido que dará fundamento a esta geometría, fue buscado dentro del denominador común de las diferentes formas que aparecen en los tejidos guatemaltecos, y resultó ser semejante al símbolo de menor que:



A este elemento se le aplican diferentes operadores, como:

HOMOTECIA

Esta actúa en tamaño y grosor o en carácter positivo o negativo,



Rotaciones

Esta actúa sobre una rama o sobre las dos ramas, haciendo cambiar el ángulo.

ejemplo:



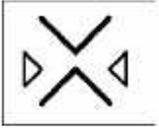
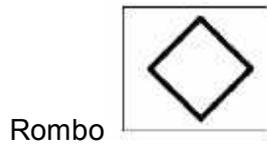
Formas

Se define una forma, como el conjunto de uno o más elementos, con una cierta orientación. Los Mayas utilizaban para su decoración curvas, figuras humanas, zoomorfas, flores inscripciones y fechas. Dentro de las curvas, existía una predilección por las curvas entrelazadas, también aparecen con frecuencia las curvas entrelazadas, las curvas en espiral. El concepto de curvas y rectas parece haber existido con naturalidad, por ejemplo, en el Popol Vuh Versículo 651, registra “en línea recta colocaron...” en los ejemplos del idioma kekchi y chorti, se encuentran expresiones para: Línea, alinear, fila, en fila, lado, orilla de y muchos términos más.

Los elementos utilizados en las formas, pueden ser simples o pueden ser el resultado de aplicar un operador, por ejemplo:

Dos elementos unidos por su vértice

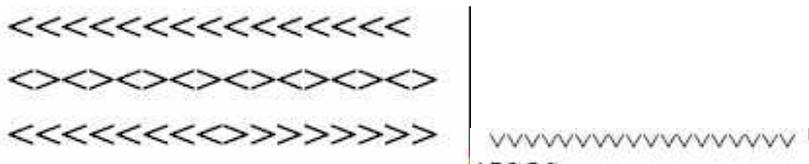




Dos elementos unidos por su vértice, pero en negativo

CADENAS

Se define una cadena, como la unión de una o más formas, por ejemplo:



MOSAICOS

Se define un mosaico como la unión de una o más cadenas, veamos un ejemplo completo:

Partimos del elemento inicial



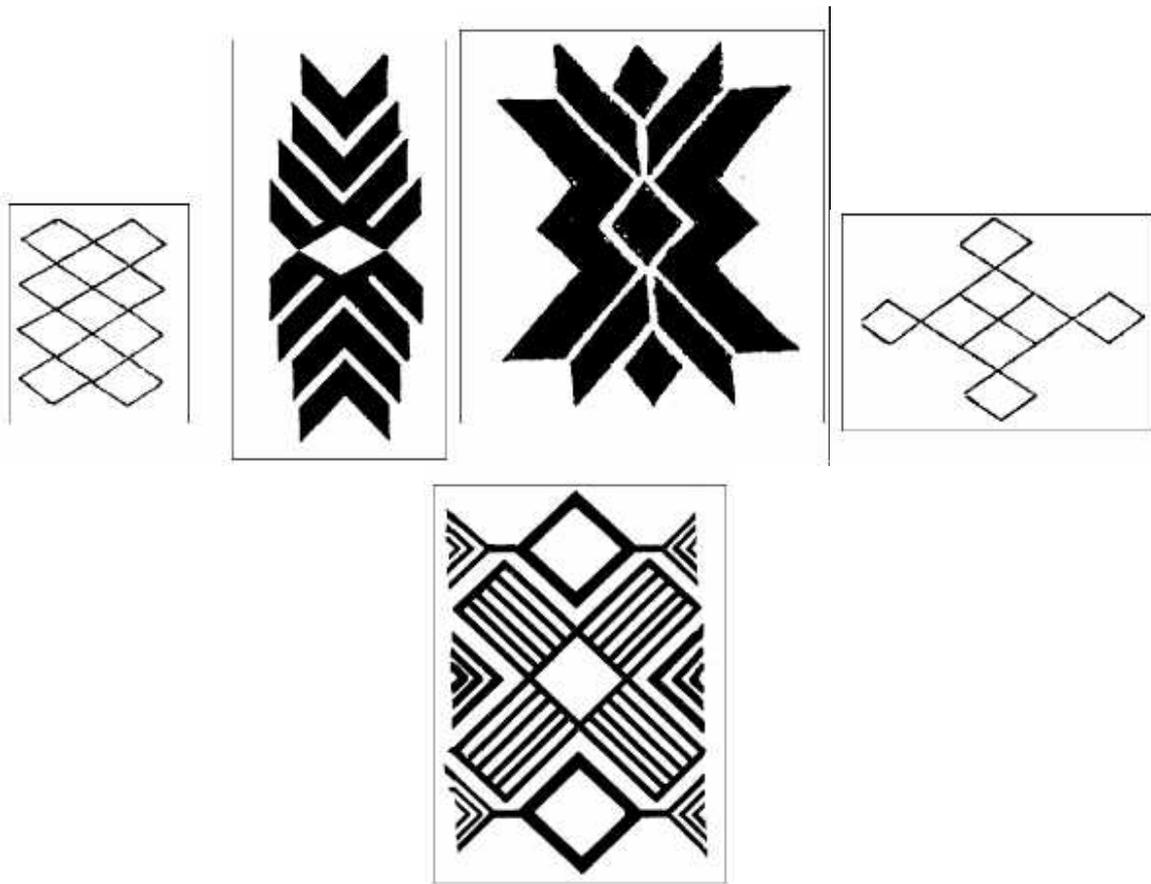
Definimos la forma



Construimos la cadena

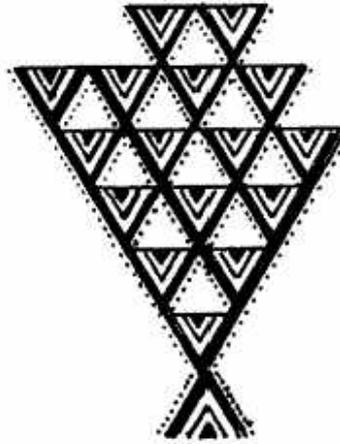


Con esta cadena podemos formar los mosaicos siguientes:



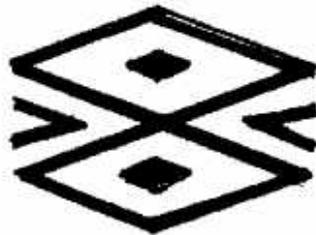
Tejidos

En los tejidos Mayas Quichés, se encuentra una amplia gama de mosaicos, tanto en los tejidos de uso personal, como en los de uso doméstico, los mosaicos tienen diferentes interpretaciones. Veamos un mosaico

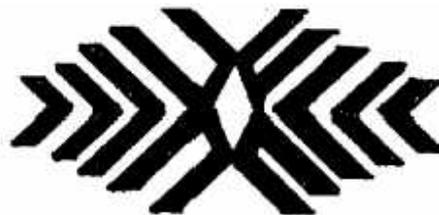


Se puede notar una repetición de triángulos dispuestos en filas o cadenas, ya sea horizontal o en diagonal.

En este otro ejemplo: Se encuentra una repetición de líneas quebradas, pero analizando las líneas ellas son la frontera de rombos.



Un último ejemplo: Se encuentra una repetición del elemento "<" y también de ">" dispuestos en una fila horizontal



Estos mosaicos dan una idea general de geometría en los tejidos indígenas, que aun hoy se presentan y forman parte de su vestuario diario.

Todos estos fundamentos matemáticos que se dan en arquitectura cerámicas tejidos darían lugar al estudio del cosmos que influiría en cada una de las actividades de su civilización.

Códices, astronomía y adivinación

Como las demás civilizaciones antiguas, el estudio de la astronomía por parte de los mayas estaba estrechamente relacionada con su cosmovisión, sus mitos y su religión. Sus avances en matemáticas y astronomía tienen principalmente una aplicación ritual y adivinatoria. La dinámica de los astros está íntimamente ligada a la agricultura y los ciclos climáticos que son tan importantes para el sostenimiento de una sociedad. La astronomía se convirtió en un instrumento de predicción que permitió a los sacerdotes-gobernantes conservar el poder. Eran los señores supremos, capaces de controlar los fenómenos naturales, e incluso provocarlos. Los cultos desarrollados por los sacerdotes parecían a los ojos del pueblo como la causa de los fenómenos naturales, y consecuencia de la correcta realización de los rituales. Pero este "circo, maroma y teatro" de los sacerdotes mayas estaba cimentado en los abundantes registros astronómicos que durante siglos habían conservado. Allí estaba la razón de su conocimiento de la existencia de diversos ciclos astronómicos como los eclipses y los períodos de planetas como Venus y Marte.

Los abundantes y antiguos registros astronómicos mayas les permitieron la elaboración de calendarios de gran precisión. Así por ejemplo los mayas pudieron determinar el período lunar (el transcurso entre una luna nueva y otra), que conocemos como mes sinódico. Los mayas lo calcularon en 29,5308 días, contra los 29,5306 medido por la tecnología actual: tan solo 24 segundos de diferencia. Para lograr tal precisión realizaron un concienzudo registro de 405 lunaciones ocurridas durante 11,960 días. ¡Un proyecto científico que duró más de tres décadas!

En la actualidad se considera que solamente cuatro códices mayas sobrevivieron del imperdonable "terrorismo y destrucción" que sufrió la cultura maya: el Códice Dresde, París, Trocortésiano y Grolier. Todos ellos tienen interesantes referencias astronómicas,

El Códice Dresde, fechado en el siglo XI, hace referencia a las sucesivas apariciones de Venus como estrella matutina, el lapso que aparece como estrella vespertina y los períodos en que desaparece. Lo interesante sobre las efemérides de Venus que aparecen en este código es que dicho calendario pronosticaba con notable exactitud las posiciones de Venus en los próximos 384 años. De igual forma el código incluye tablas lunares de las fechas en que tendrían lugar los eclipses, así como la obtención del período lunar en base a las 405 lunaciones comentadas líneas arriba. Aunado a ello, el código parece contener unas tablas que relacionadas con el período sinódico del planeta Marte y, con el número de días que dura su movimiento retrógrado en el cielo.

El Códice París contiene una representación aparente de lo que sería un zodiaco con trece constelaciones representadas como trece animales colgando de una especie de serpiente cósmica. Por su parte en el Códice de

Madrid o Códice Trocortesiano hay una notable aplicación del calendario ritual (el "Tzolkin" que describiremos



más adelante), pero su aplicación

tiene que ver más bien para usos rituales y de adivinación, un objetivo que también comparte con el Códice París.

El códice más astronómico de todos tal vez sea el Grolier, el cual está centrado exclusivamente en el ciclo del planeta Venus.

Otra interesante fuente de información astronómica son los glifos o grabados en piedra, tanto en estelas como grabados en monumentos. Por ejemplo en Copán, en Honduras existen monumentos levantados para señalar el término del katún, un período religioso de 20 años marcado en el calendario maya conocido como "cuenta larga".



Imagen de la "Estela 7" que tiene de fondo el "Palacio de las 7 doncellas" el cual también presenta un importante alineamiento astronómico.

se han encontrado glifos que registran el paso de cometas, las posiciones astronómicas de Venus asociadas con otros ciclos astronómicos como las fases de la luna.

También en Copán se encuentra el denominado "Altar Q" el cual según estudiosos representa la reunión de sabios que tuvo lugar hacia el 775 d.C. para realizar ajustes al calendario maya. Ajustes que, dicho sea de paso, hicieron al calendario maya más preciso que el calendario que actualmente usamos.



"Altar Q" La reunión de sabios que tuvo lugar hacia el 775 d.C.

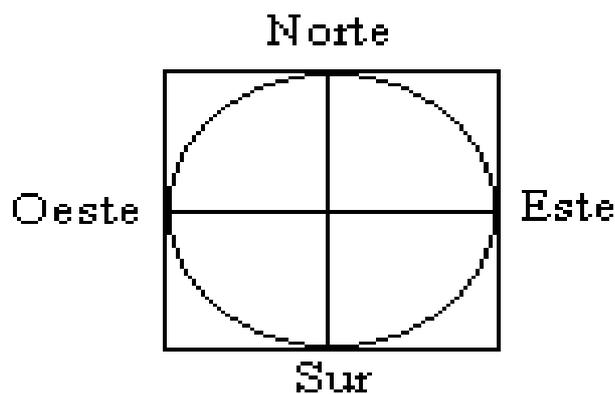
En el friso del edificio de las Monjas de Chichen Itzá hay 24 símbolos semejantes a los del Códice París en franjas celestes y símbolos de Venus los cuales bien pueden ser la representación del zodiaco de los mayas.

Otros objetos celestes de mucho significado para los mayas eran las Pléyades¹, las cuales las conocían como Tz-ab, la cola de cascabel. Al igual que en otras culturas de mesoamérica, las Pléyades tuvieron mucho que ver en la orientación de varios centros ceremoniales, y predecían el día de la siembra y el comienzo de las lluvias con su salida matinal del 25 de abril. La estrella polar, o Xaman-Ek, también era utilizada para orientarse al igual que en otras civilizaciones. La Vía Láctea era conocida como Wakah Chan, la serpiente erecta, y revestía de tanta importancia como la Pléyades en la orientación de monumentos.

Matemática más astronomía

La astronomía a simple vista

Los mayas, como muchos otros pueblos a lo largo de la historia se dedicaron a la observación del cielo nocturno. Es difícil aventurarnos a determinar fechas exactas en las cuales se iniciaron como verdaderos astrónomos. Sin embargo, sí podemos decir con claridad que la observación rigurosa del movimiento de los planetas era común entre los pueblos mayas antes de la era cristiana. Según el Popol Vuh, en un tiempo primigenio sus grandes sabios dividieron el cielo en cuatro grandes regiones a las que llamaron los cuatro confines del Universo. Esa división del cielo la podemos expresar como un simple cuadrado al que una línea horizontal y una vertical parten en cuatro. Dentro del cuadrado se inscribe un círculo.



Mapa del cielo 1

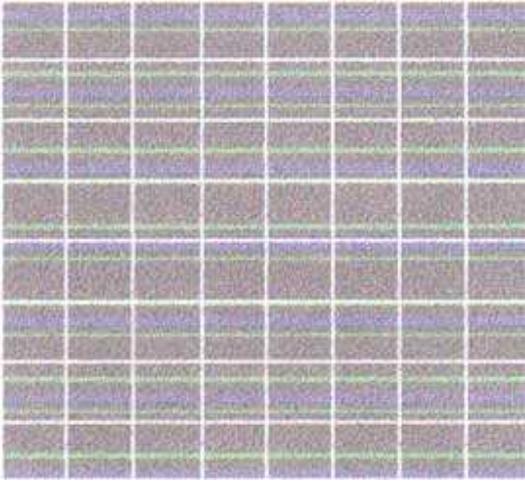
Cada sector estaba asociado a un punto cardinal. Es interesante ver como incluso en la actualidad muchas danzas ceremoniales mayas empiezan por hacer el círculo y dividirlo en cuatro sectores. Para diferenciar cada región le otorgaron un color diferente. Blanco para el norte, amarillo para el sur, rojo para el este y negro para el oeste. Ese fue el modelo más sencillo de división del cielo que se plantearon en los albores de la astronomía.

¹ nombre dado a un grupo de estrellas de la constelación Tauro, entre las que hay seis perceptibles a simple vista.

Un cielo cuadrículado

Nos Dice Rojas .Alejandro Jaen¹ para llevar cálculos más precisos de los movimientos de los planetas, el sol y la luna cuadrícularon el cielo.

Las cuadrículas del cielo se realizan mediante un proceso muy sencillo y rudimentario pero muy eficaz. Simplemente tomaban una hamaca la estiraban, la colocaban contra el cielo nocturno y ya tenían un cielo cuadrículado.



Mapa del cielo 2

.Para todos los pueblos, el cielo nocturno no solo produjo una gran fascinación sino también innumerables problemas. ¿Cómo se movía el sol? ¿Cómo se movía la luna? ¿Cómo se movían esa cinco extrañísimas estrellas que no eran fijas? ¿Por qué no eran fijas?

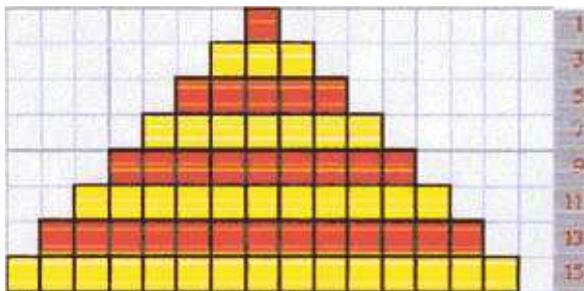
Todos los pueblos de astrónomos se enfrentaron a los mismos y complejos dilemas y con frecuencia pasaron mucho tiempo empeñados en resolverlos. Los Mayas no serían la excepción. Enfrentados a los mismo retos, sin embargo, le dieron una solución muy original a los conflictos. Para observar el cielo con la mayor rigurosidad aplicaron las técnicas y las artes que habían aprendido en otra disciplina del conocimiento en la cual tenían gran desarrollo. Recurrieron a su conocimiento en la fabricación de telas. Los métodos y las técnicas desarrollados en los telares fueron llevados a la astronomía. Literalmente tramaron el cielo como si se tratara de una urdimbre. Tenemos entonces, un pueblo que, posiblemente varios siglos antes de cristo ya utilizaba matrices para aplicarlas a desentrañar los misterios del tiempo y del cielo.

Pero una matriz por si sola sigue siendo un espacio abierto, donde cada espacio es idéntico al otro, donde no hay diferenciación y por lo tanto los errores a la hora de registrar fenómenos celestes pueden ser corrientes.

Es probable que la experiencia de trabajo en los telares, donde encontramos los mismos problemas permitió aportar una solución a ese conflicto.

Una curiosa observación

El uso de matrices los llevó a realizar un hallazgo que tuvo una enorme repercusión en el mundo maya. Descubrieron que al expresar los números en forma de pirámides se facilitaban enormemente los cálculos. El cielo seguía viéndose como una trama donde la base de la pirámide representaba el horizonte.



Mapa del cielo 3

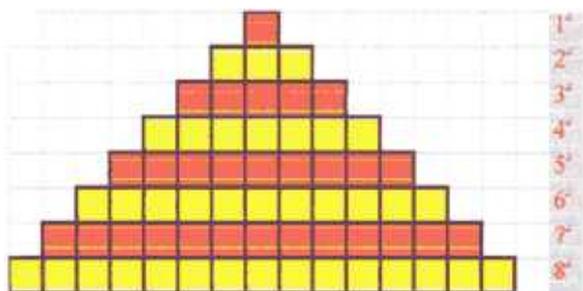
La observación era muy simple y sin embargo tenía un gran potencial de desarrollo. Simplemente habían descubierto que al expresar los números en forma de pirámides estos se ordenaban de arriba hacia abajo mediante una secuencia de números impares. Al descender de la cúspide de la pirámide escalonada contamos en las filas 1,3,5,7,9...etc.

Este sistema permitía también crear un cielo con espacios diferenciados, ordenados en cierta lógica que permitía subdividir el espacio.

Esta misma idea aparece en los versos de Goethe cuando dice: "Para encontrarte en lo infinito has de diferenciar para luego juntar". También con el mismo sentido aparece en el I Ching, el libro sagrado de la cultura China.

De lo impar a lo cuadrado

Si contamos en las filas, la pirámide era una representación de los números impares, pero debió haberles llamado la atención saber que si contamos los números impares acumulados obtenemos los números al cuadrado. Como lo decíamos anteriormente, aún no conocemos el símbolo que utilizaron (si es que lo hicieron) para expresar los números al cuadrado. Sin embargo si contamos con una voluminosa información sobre números al cuadrado expresados en forma de pirámides. Es precisamente en las telas donde se guarda la información y esta tradición sobrevive hasta la actualidad.



Si contamos, en la anterior figura, los espacios de la pirámide en forma acumulativa, de arriba hacia abajo obtenemos números al cuadrado.

Números pares

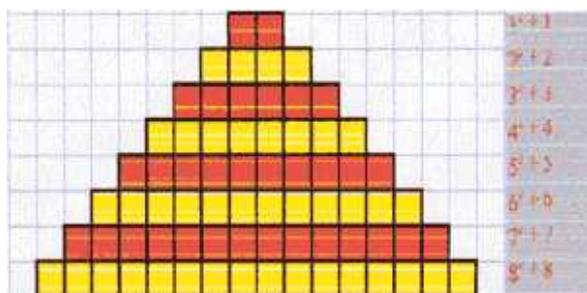
No todas las pirámides expresaban los números impares. Muy pronto deben haber descubierto la forma de expresar los números pares. Ese es sin duda un conocimiento que viene de la escuela de los telares. Tanto en la forma de preparar la urdimbre como en el uso de los telares de palitos, que son los más tradicionales, nos encontramos los juegos entre lo par y lo impar. Las investigaciones Oneale Lila M₁. sobre las formas de tejer lo expresan con la mayor claridad:

"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 las dos capas de hilos, para el paso de la bobina"

Todo lo relativo a las informaciones sobre las formas de tejer está inmerso dentro de las relaciones entre lo par y lo impar. Es legendaria incluso en la actualidad la extraordinaria maestría de las tejedoras guatemaltecas. Muchos museos en todo el mundo guardan las telas mayas como obras de arte.

Se tiene entonces que los números pares también aparecen como un diseño piramidal. En las filas contamos 2,4,6,8,10...etc.

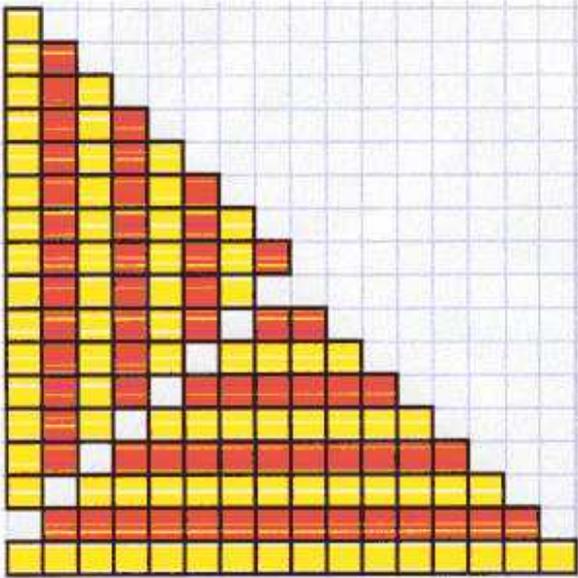
De esta manera tenemos ya expresados de manera gráfica los números pares y los números impares. Tanto para los tejedores como para los astrónomos se abría un campo de grandes posibilidades. En ambas disciplinas es preciso desarrollar diversos sistemas de cómputo para ubicarse en el espacio con facilidad. Para los tejedores el problema es como contar para ubicar los hilos de colores con exactitud. Para los astrónomos el problema era el como contar para seguir la ruta de los planetas.



Mapa parcial del cielo expresado como una pirámide escalonada par.

La suma de los números pares acumulados podemos expresarlos en términos algebraicos como $x^2 + x$. La acumulada es muy importante para determinar con facilidad un lugar preciso en el espacio. Dentro de la pirámide un planeta podía ubicarse con facilidad en $5^2 + 5 + 3$ y ese es un lugar exacto. Luego los mayas desarrollarían ingeniosos sistemas de notación que aun no han sido explorados en su totalidad.

Sobre números pares e impares aparece una copiosa información en la cerámica, los glifos y las telas. Las relaciones entre lo par y lo impar nos conduce a la construcción y percepción de sistemas binarios. En el escenario de los telares esa forma de percepción es algo cotidiano, es parte del trajín diario en la confección de las telas¹ citada en bibliografía



La mitad del cielo

La suma de lo par y 10 impar se convirtió en la representación de la mitad del cielo. Eso significa que lo que en determinado momento se vio como un espacio cuadrado (segundo mapa del cielo) podía representarse en forma piramidal guardando los valores originales o expresando nuevos valores.

La figura, corresponde al plano de la mitad del cielo con pirámide par e impar, algebraicamente podemos expresarlo como $2x^2 + x$.

Desde el punto de vista simbólico, que en la cultura maya era de gran importancia, lo par y lo impar se convirtió en la expresión de los dos elementos o energías que conforman la dualidad.

La dualidad se expresa con los dos elementos de un sistema de significados polivalentes: par-impar, noche-día, bajo-alto, luna-sol, oscuro-luminoso, femenino-masculino, etc.

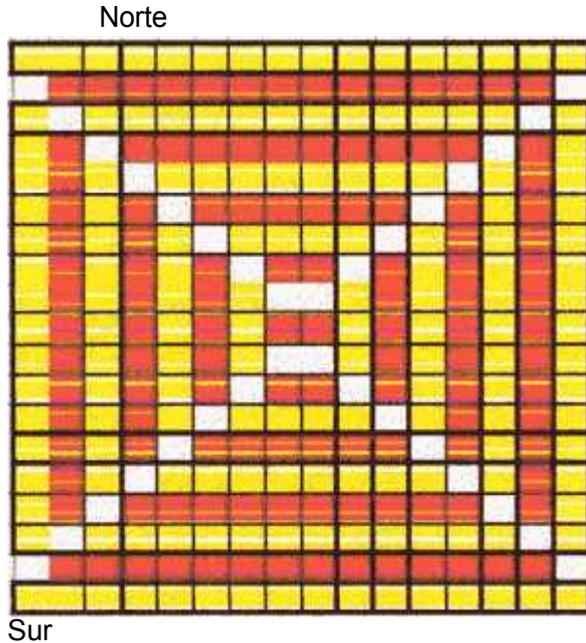
En determinado momento lo par se puede convertir en impar y viceversa, depende de la perspectiva desde la que se mire el objeto de estudio. Pero en términos de construcción del espacio, la dualidad solo es la mitad de la información que requerimos.

El cielo

La totalidad del espacio, del cosmos, se forma por la reiteración de los dos elementos de la dualidad que se expresan en la trama. Al reiterar lo par y lo impar logramos un cielo perfectamente ordenado, dividido, medible.

Lo par que se expresa abajo, se reitera arriba pero invertido. Es, si se quiere, una visión especular, es como el reflejo de los espejos. Lo impar que se expresa a uno de los lados se reitera también como la prolongación de una imagen en la visión especular.

En este cielo perfectamente ordenado, medible es posible desarrollar y fortalecer el trabajo de los astrónomos con gran precisión. Todo el cielo (excluyendo las diagonales) podemos expresarlo mediante una simple fórmula matemática: $4x^2+2x$.



Las diagonales fueron excluidas precisamente por considerarlas una expresión del cero, y en este modelo solo nos sirven como guías en los cálculos. Pero eso es solo un recurso, una especie de herramienta para facilitar los cálculos, para expresar el orden entre lo par y lo impar. Perfectamente pueden contarse como parte del espacio o tratarse como un espacio particular. Como espacio particular sirve de guía para contar los números al cuadrado. En una pirámide impar basta contar los escalones y elevar el número al cuadrado para saber cuántos espacios tenemos en esa pirámide.

Una nueva perspectiva

Debe observarse que nuestro modelo del cosmos es una pirámide escalonada vista desde arriba. Entonces, podemos formular la siguiente hipótesis: Las pirámides escalonadas son la expresión arquitectónica de un modelo del cosmos.

Las diversas pirámides tendrían entonces que responder a diversos tipos de conocimientos. Ese es un trabajo que de manera más exhaustiva tendríamos que realizarse en las diversas pirámides. Para obtener volúmenes piramidales nos basta con elevar al cuadrado las informaciones que sacamos de los triángulos piramidales.

Debe observarse como al reiterar lo par y lo impar hemos regresado a nuestro primer modelo dividido en cuatro regiones, solo que ahora hemos ganado en profundidad porque aparece en sistemas escalonados donde cada espacio de la matriz puede tener un valor determinado, específico.

Esta forma de expresión aparece con gran frecuencia en las historias míticas cuando dicen que un astro "bajó de la pirámide" o "subió a la pirámide". También se expresa con los personajes que constantemente viajan

a los mundos de abajo o los mundos de arriba. Al personificar los planetas y los conocimientos lograban un manejo cotidiano de las informaciones.

Calendario maya

El **calendario maya** es el nombre dado a un conjunto de calendarios y almanaques creados por la Civilización Maya. Algunos investigadores que han analizado las estelas y códices mayas han logrado enumerar hasta 17 calendarios distintos, los cuales fueron elaborados de acuerdo a diversos ciclos celestes. De ellos, dos son los calendarios más importantes en la actividad cotidiana de los mayas. El primero de ellos es el calendario solar Haab, de 360 días, que se basa en la traslación de la tierra alrededor del sol. El otro es el calendario sagrado o sacerdotal o Tzolk'in, de 260 días. Además un tercer calendario era la *Katun* de 144.000 días.

Así como otros calendarios precolombinos, el calendario maya es cíclico, porque se repite la cuenta de las mismas fechas y mismas series de años. Se entenderá mejor con un ejemplo: En el calendario gregoriano la fecha 4 de mayo de 1990 y el siglo XX se cuentan una sola vez, pero en el calendario maya se volverían a contar repetidas veces al reiniciar el ciclo correspondiente.

Cuenta el tiempo desde el 13 de agosto del 3113 antes de Cristo, y detendrá su cómputo el 23 de diciembre de 2012 d.C., terminando así su ciclo de tiempo e inmediatamente comenzando uno nuevo. Lo anterior ha provocado que surja mucha polémica sobre un supuesto "fin del mundo conocido" en el 2012 y el surgimiento de una nueva Era.

La casta sacerdotal llamada *Ah Kin* 1, que creó y perfeccionó el calendario maya, era poseedora de complejos conocimientos matemáticos y astronómicos que interpretaba de acuerdo a su cosmovisión religiosa. Interpretaba los años que iniciaban, los venideros y el destino del hombre.

Descripción

El más importante de estos calendarios era el de 260 días. Era el predominante en todas las sociedades mesoamericanas, y es muy antiguo (muy probablemente el más viejo de los calendarios). Todavía se usa en algunas partes de Oaxaca y entre las comunidades mayas de la sierra guatemalteca. La versión maya es conocida entre los estudiosos como *Tzolkin*, o *Tzolk'in* en la ortografía revisada de la **Academia de Lenguas Mayas de Guatemala**. El Tzolkin se combinaba con el calendario de 365 días (Haab o Haab'), para formar un ciclo sincronizado que duraba 52 Haabs. Ciclos más pequeños de 13 días (trecenas) y 20 días (veintenas) también eran parte importante de los ciclos Tzolkin y Haab, respectivamente.

La *Cuenta larga* de 1.872.000 días ó 260 Katunes era utilizado para inscribir las fechas en el calendario (y así poder distinguir cuando ocurrió un evento con respecto a otros eventos). Se basa en el número de días ocurrido desde un punto de partida mítico, y podía hacer referencia a cualquier fecha futura. Este calendario utilizaba el sistema de notación posicional, en el que cada posición representaba un múltiplo consecutivamente mayor de días. El sistema numérico maya era básicamente un sistema vigésimal (base 20), y cada unidad representaba un múltiplo de 20, dependiendo de su posición en el número. Con la importante excepción de la

segunda posición, que representaba 18 x 20, o 360 días, que se acerca más al año solar que 20 x 20 = 400 días (aunque no había relación entre el conteo largo y el año solar).

Muchas inscripciones mayas de la cuenta larga están suplementadas por lo que se llama *Serie Lunar*, otra forma del calendario que provee información de la fase lunar y la posición de la Luna en un ciclo semianual de fases lunares.

También se mantenía un ciclo venusiano que daba seguimiento a las apariciones y conjunciones de Venus al inicio de la mañana y la noche. Muchos eventos en este ciclo eran considerados adversos y malignos, y ocasionalmente se coordinaban las guerras para que coincidieran con fases de este ciclo.

Otros ciclos, combinaciones y progresiones del calendario también se mantenían, si bien eran menos utilizados o entendidos. Se sabe, por ejemplo, de conteos de 819 días que se puede ver en unas cuantas inscripciones, repitiendo series de intervalos de 9 y 13 días, asociados con diferentes grupos de deidades, animales y otros conceptos significativos.

El Tzolkin

El *tzolkin* ("la cuenta de los días"), usado para celebrar ceremonias religiosas, pronosticar la llegada y duración del período de lluvias, además de períodos de cacería y pesca, y también para pronosticar el destino de las personas. Cuenta el tiempo en ciclos de trece meses de veinte días cada uno. Llamaban a sus días y meses con los nombres de varias deidades.



El Haab

El *Haab* mide el año solar dividiéndolo en 18 meses de 20 días cada uno, pero los últimos 5 días del año, llamados "Uayeb", se consideraban nefastos, vacacionales y excluidos de los registros cronológicos, aunque eran fechados. 1Casta sacerdotal relacionada con el sol

La mayor exactitud del calendario maya se debe a los conocimientos científicos de tipo astronómico y matemático en los que está basado. El calendario gregoriano que ha sido impuesto en el mundo occidental actual no es comparable en modo alguno al calendario maya.

Los mayas usaban los calendarios Haab y Tzolkin de manera simultanea, e incluso fusionaban la nomenclatura para poder hacer referencia a determinados acontecimientos que hubiesen ocurrido en distintos

años. Esto era debido a que una determinada fecha de un año solar caía en una fecha lunar distinta de otro año solar. Por ejemplo: con el calendario Tzolkin la fecha "3 Akbal" se repetiría al cabo de 260 días, y con el calendario Haab la fecha "19 Kayab" se repetiría al cabo de 365 días. Pero al usar simultáneamente ambos calendarios podríamos tener la fecha "3 Akbal 19 Kayab" la cual no volvería a repetirse hasta pasados 18.980 días o 52 años. Por ello los períodos calendáricos de los mayas eran 52 años, lo cual implicaba para los mayas y otras civilizaciones mesoamericanas un simbolismo especial: la renovación de todo al cabo de 52 años. Ordenados sucesivamente, los nombres de los días solares y los meses en maya yucateco son:

	Días solares (Kin)	Meses (Uinal)
1	Imix	Pop
2	Ik	Uo
3	Ak'bal	Zip
4	K'an	Zotz
5	Chikchan	Tzec
6	Kimi	Xul
7	Manik	Yax Kin
8	Lamat	Mol
9	Muluk	Chen
10	Ok	Yax
11	Chuen	Zac
12	Eb	Ceh
13	Ben	Mac
14	Ix	Kan Kin
15	Men	Moan
16	Kib	Pax
17	Kaban	Kayab

18	Etz'hab	Cumkú
19	Kawak	
20	Ahaw	



El Katun

Es la "Cuenta larga" del tiempo. Así como el calendario gregoriano cuenta series de años conocidas como lustros, décadas, siglos y milenios, la "cuenta larga" contaba series de veinte años, llamadas cada una **Katun** (de allí su nombre), y también series de 20 Katunes (400 Tún = 394,3 años) llamados **Baktun**.

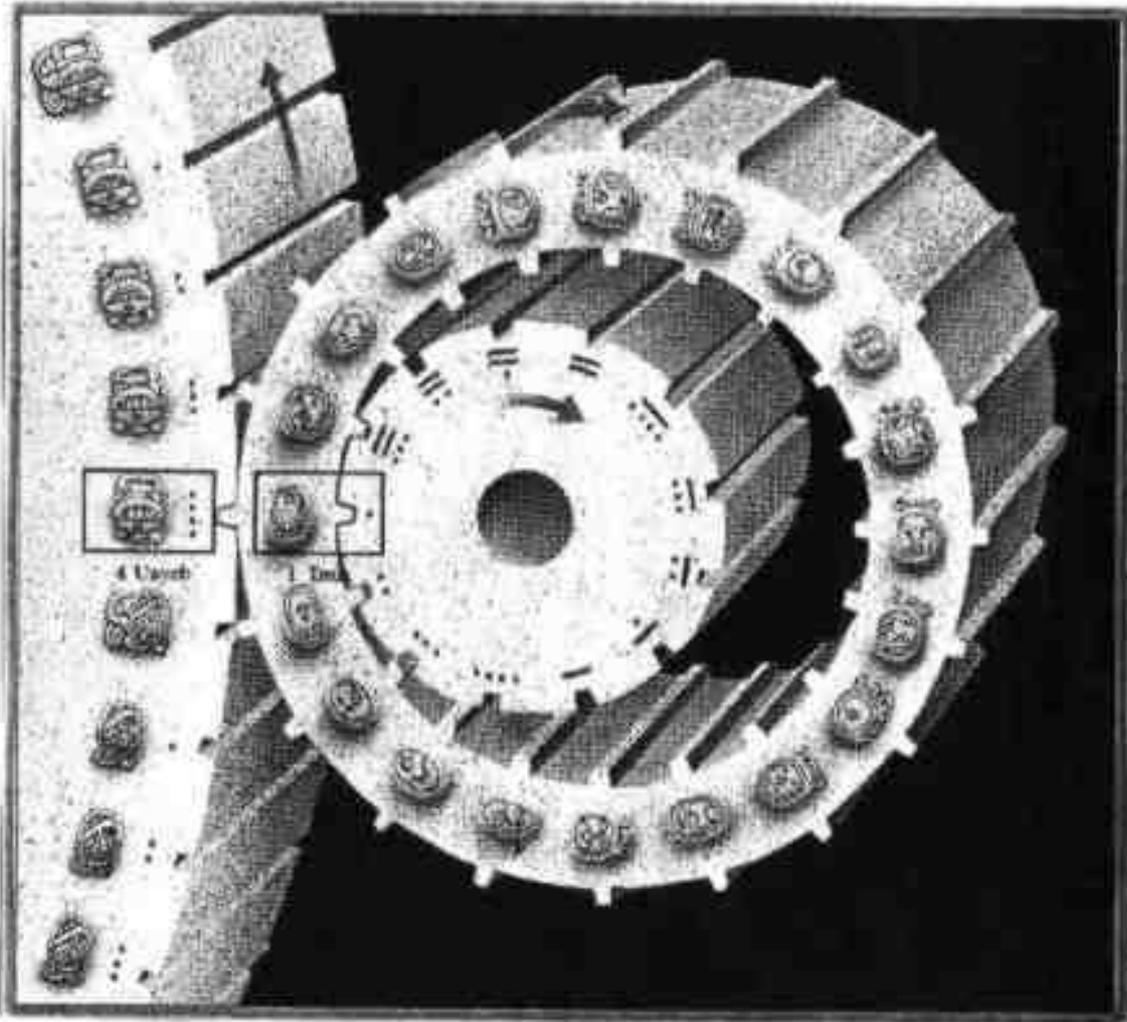
El Katun era usado para registrar hechos históricos importantes y para profetizar el futuro distante.

Rueda calendárica

La combinación del tzolkin y del haab es lo que forma la llamada rueda calendárica. De este modo, una vez comienza el movimiento de la rueda calendárica que relaciona los dos calendarios, han de pasar 18980 días, es decir, 52 años, para que el ciclo se cumpla y vuelvan a coincidir los días del tzolkin y del haab que se combinaron el primer día de inicio del tiempo. Mientras que el ciclo de la rueda calendárica se cumplía cada 52 años según el calendario haab, para el tzolkin debían pasar 73 años. Debido a este proceso cíclico temporal a los mayas se les podía presentar el problema de que, cada 52 años del haab comenzase una serie numérica idéntica a la del ciclo anterior, es decir, un auténtico problema para llevar un registro histórico y progresivo del tiempo. Es por esto que los mayas debieron buscar en la antigüedad remota un punto cronológico bien definido que les sirviera como inicio del primer ciclo de la cuenta calendárica. Así pues, la rueda calendárica se puso en marcha en una fecha calendárica que

representamos convencionalmente como 13.0.0.0.0. 4 Ahau 8 Cumkú. Una fecha definida de esta manera se denomina Cuenta Larga, que contabiliza el número de períodos baktunes, katunes, etc., transcurridos desde la fecha inicial

Según los mayas, el mundo existirá mientras exista el tiempo. Con el fin del tiempo el mundo desaparecerá. El movimiento de las ruedas calendáricas, un auténtico engranaje que reproduce fielmente los ciclos temporales mayas, es vital para la existencia del mundo. La concepción maya del tiempo había dado vida a un sistema de medición que parecía ofrecer una interminable serie de ciclos temporales repetitivos si bien ellos mismos habían dispuesto un fin a este ciclo. Al cumplirse el último ciclo, la rueda calendárica, cual reloj de cuerda, se parará. Ese será, según los mayas, el acontecimiento que marque, irremediabilmente, el final de los tiempos.



Rueda calendárica

La historia de los soles

Con el afán de profundizar en las historias míticas para extraer de ellas sus conocimientos calendáricos, repetimos nuestro modelo anterior pero eliminando los espacios centrales que están en blanco. De esta manera formamos lo que llamamos el rombo piramidal que se compone de trece niveles hacia arriba y lo que vendría a ser su reflejo, su visión especular, con trece niveles hacia abajo. En la cuadrícula total contamos 676 espacios y el sector de la cuadrícula que está en blanco cuenta con 312 espacios. En el centro tenemos el rombo piramidal con 364 espacios.

Esa es precisamente la información que se encuentra en la historia de los soles de los mayas y los aztecas. Es una de sus historias más importantes. Ellos pensaban que el sol moría cada cierto tiempo y que luego se iniciaba un nuevo sol, una nueva época. Contaron cuatro soles diferentes:

- El primer sol duró 676 años (es la cuadrícula total)

- El segundo sol duró 364 años (es el rombo piramidal)
- El tercer sol duró 312 años (es el espacio en blanco de la cuadrícula)
- El cuarto sol duró 676 años (cuadrícula total)

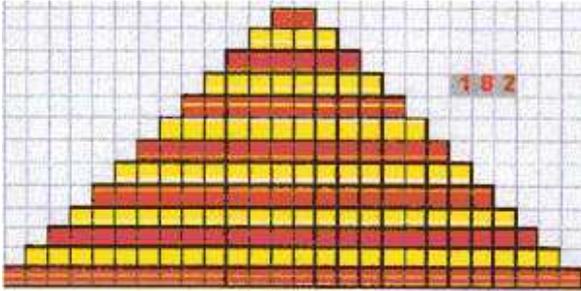
Vemos entonces como en la historia mítica se nos dan elementos importantes para tratar de reconstruir el camino que ellos siguieron en la construcción de sus calendarios. Tenemos literalmente la historia de los soles convertida en un gráfico matemático.

Análisis de los datos

La creación de los calendarios

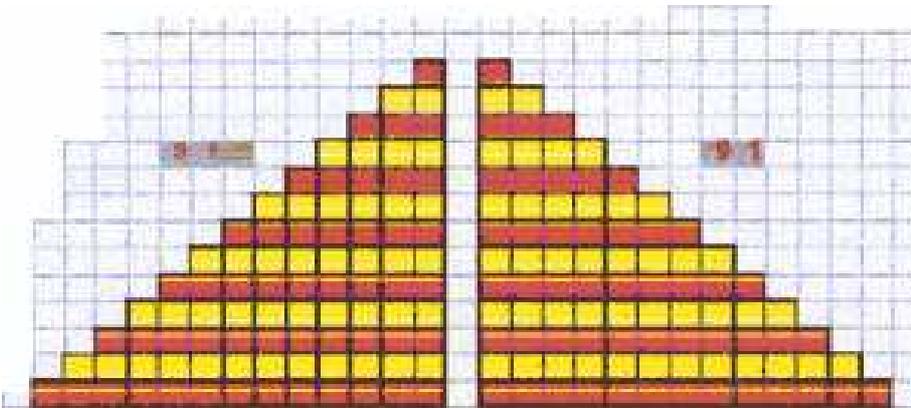
Los calendarios en mesoamérica no surgen sólo como una expresión de manejo y ordenamiento del tiempo sino también como un manejo del espacio.

Según la historia mítica maya existían trece cielos. Al construir la pirámide de trece cielos en forma escalonada nos encontramos con 182 espacios.



Representación gráfica de los trece cielos

Cada espacio representa un día. Al dividir la pirámide en dos logramos establecer una relación más estrecha con los sistemas calendáricos. En diversas culturas los grupos de 91 días fueron muy utilizados. Representa una estación del año.



Los trece niveles del cielo dividido en dos secciones de 91 días

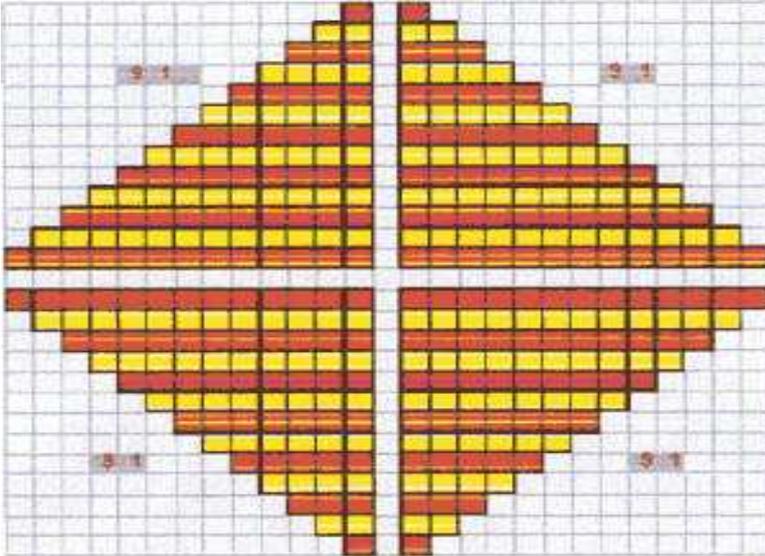
Dentro de la tradición mítica el cielo no aparece solo sino que debajo del cielo está el espacio del inframundo. Esa hipótesis la reafirma la investigación de León Portilla sobre los mayas.

Las cuatro estaciones

Al agregar el espacio del inframundo al modelo anterior logramos formar nuestro primer calendario.

Lo que anteriormente habíamos llamado los trece cielos, tiene su reflejo en una visión invertida.

De esta manera contamos con cuatro sectores de 91 espacios. A esos sectores les llamaremos triángulos piramidales. Si los 91 espacios de cada triángulo los asociamos a los días tenemos $91 \times 4 = 364$ días. Nuestro modelo es un calendario que cuenta 13 lunas de 28 días cada una. Es decir, es un calendario lunar.



Esa misma información aparece expresada de manera muy clara en las pirámides. Por ejemplo, la pirámide conocida como El Castillo en Chichen Itza, en la península de Yucatán tiene cuatro cuerpos de gradas con 91 gradas cada uno. Es decir cuenta 364 gradas.

Esta forma es también la forma por excelencia para realizar lecturas en los códices precolombinos.

Conclusiones

Quien haya seguido estas páginas notara la búsqueda de elementos que demuestren los avanzados conceptos matemáticos que necesita una cultura para lograr un sistema calendarico tan preciso como el que nos dejaron los mayas.

Del análisis de los diseños tradicionales que la civilización realizaba (y siguen realizando) tanto en sus telas como en cerámicas y gracias también a esas maravillosas obras arquitectónicas donde la geometría es la principal protagonista, podemos avanzar en esta búsqueda de conocimientos, modelos del cosmos y la aplicación de todos ellos en sus calendarios.

Analizando la clara subdivisión en 20 como su sistema numérico y en el Calendario Sagrado de 260 días, subdivididos en 20 trecenas. Esta da una unidad de medida del tiempo por excelencia, ya que tiene la facultad de ser un factor divisible entre gran cantidad de números y tener relación con la cíclica de los planetas

Para el Tzolkin, se aplican cifras del 1 al 13, que se anteponen a los nombres de los días que son veinte, obteniendo así, la unidad de 260 días, al cabo de los cuales, se vuelve a repetir la cuenta sin interrupción

Este refinado instrumento de medición, tiene una íntima relación con el lucero de la Tarde: Venus; que tiene un ciclo de 252 días de visibilidad, y 8 de invisibilidad (260).

Los matemáticos mayas, no descansaron en su afán de combinar las cifras básicas de sus cálculos, en que destaca el número 260 y se puede deducir la siguiente ecuación:

$$20 a \times 13 = 52 a \times 5$$

Esta, nos da, un ciclo grande de 260 años, paralelo al Tzolkin. Dividiendo entre cinco, los 260, se llega a los 52 años, fecha, de por si milagrosa (llamada, el Siglo Maya); solo cada 52 años, coinciden el Tzolkin y el Haab, año Calendario de 360+5 días. (el primero, es un calendario religioso, el, segundo, es el calendario normal). Con ello, en el siglo maya, coincide la rueda calendárica.

Los Mayas comprendieron las dimensiones espacio- tiempo como una unidad. Esto quiere decir que los días no solo fueron concebidos como paso del tiempo sino también en su dimensión espacial.

La cosmología maya era una filosofía viva y religiosa que impregnó sus vidas en un modo que puede parecer excesivo para nosotros. Ellos eran observadores astutos, sensibles a la naturaleza cíclica del sol, de la luna de Venus y de los planetas.

Aplicación didáctica del sistema de numeración Maya

Sugerida para el primer año de Polimodal

Del sistema de Numeración maya hacia los Números Naturales

Aplicación en primer año de Polimodal

Justificación

Las contribuciones que distintas civilizaciones han dejado al desarrollo de la humanidad son muchas y en distintas disciplinas, principalmente en el área de la matemática.

Muchos han asumido la misión de recopilar, de modo general, los aportes de las diversas culturas (egipcia, babilónica, griega, etc.) y detallar cómo los distintos conceptos han evolucionado con el paso del tiempo, pero han olvidado el trabajo realizado por las culturas precolombinas, especialmente la de los **mayas**.

Es necesario tener un cierto conocimiento sobre la cultura de la civilización maya, especialmente en cuanto a sus conceptos matemáticos, para ver la manera de mejorar la enseñanza y el aprendizaje de los sistemas de numeración en el nivel polimodal y lo llamativo que resulta el quehacer matemático de esta cultura.

A partir de la concepción de un sistema numérico vigesimal, basado en signos tan simples como puntos y barras, los mayas tuvieron la capacidad de calcular los ciclos astronómicos y temporales, y se hicieron de las herramientas para administrar sus bienes materiales de manera óptima. Aunada a la simplicidad de los signos, la trascendencia de la ciencia matemática de los mayas reside en la creación del cero, concepto que permaneció como una incógnita para otras culturas por varios siglos, por lo que, sin duda, los matemáticos mayas encabezaron la vanguardia intelectual de las culturas prehispánicas de Mesoamérica en el terreno de las ciencias exactas. La invención del cero se califica como la conquista más grande del intelecto humano, ya que el invento del cero es una de las obras más ingeniosas del talento humano y que la cultura maya fue la primera que la utilizó¹.

¹ Nuestro cero se lo debemos al árabe Al Khwarizmi, quien en 825 nos dio el álgebra: *Al Gebar* se llamaba su tratado.

Su nombre se hizo legendario, y aún perdura en nuestros «algoritmos». Pronto los números arábigos y los cálculos que con ellos se hacían llegaron a ser conocidos como «algorismos». Del cero indio (sunya) salieron zefirum, zeviro y zero pero también sifr, cifra, figura circularis, figura privationis, círculo: todas las variantes de «cero» y «cifra».

Objetivos

- ✓ Identificar el tipo de sistema de numeración empleado por los mayas.
- ✓ Señalar las reglas para la escritura de los números mayas y los símbolos que éstos (los mayas) usaban para representarlos.
- ✓ Establecer un algoritmo para convertir un número, dado en el sistema de numeración maya, al sistema decimal (cambio de base) y viceversa.
- ✓ Determinar los algoritmos para efectuar las operaciones fundamentales (suma, resta, multiplicación y división) de la aritmética en el sistema de numeración maya, a través de algunos ejemplos.

PLAN DE CLASE

ASIGNATURA: MATEMÁTICA

Curso: 1ª año Polimodal **Cantidad de Alumnos:** 25

Tiempo Real para el desarrollo del

proyecto: 4 módulos

Denominación del proyecto: "Del sistema de numeración maya hacia los números naturales"

Tema a desarrollar: Números naturales

Profesora: Adriana Graciela. Gómez

BLOQUE	CONTENIDOS CONCEPTUALES	CONTENIDOS PROCEDIMENTALES	CONTENIDOS ACTITUDINALES	CONTEXTUALIZACIÓN SITUACIÓN PROBLEMÁTICA	ICONICIDAD	EVALUACIÓN	SABERES PREVIOS INDISPENSABLES
Números y operaciones	Números Naturales	Análisis de las operaciones en cada conjunto Numérico, desde sus propiedades y desde su relación con la resolución de problemas.	Valorar el intercambio de ideas y el trabajo en equipo. Apreciar la matemática En su aspecto lógico e instrumental.	Presentación de la cultura maya a través de un documento de trabajo. Interpretación de situaciones problemáticas.	3 ABS-TRACI ÓN 9	C.A: observación sistemática de participación en clase. C.C: Análisis de producciones. C.P: Intercambios orales	Concepto de número. Sistema posicional.

EXPECTATIVAS DE LOGRO: Establecer un algoritmo para convertir un número, dado en el sistema de numeración maya (base) y viceversa.

SECUENCIA DIDACTICA: 1 Presentación de situación problemática. 2 Búsqueda de soluciones. 3 Exposición del concepto. 4 Aplicación. 5 Ejercitación. -**Nota:** Esta planificación queda sujeto a posibles modificaciones según dinámica del grupo.

BIBLIOGRAFIA

DEL DOCENTE -Calderón, Hector M., "LA CIENCIA MATEMÁTICA DE LOS MAYAS", Editorial Orión México, 1966.

- EL LIBRO DE LOS LIBROS DE CHILAM BALAM, Trad. De Barrera Vázquez. Alfredo y Rendón Silvia, 3ª. Edición, 1965, México. Fondo de Cultura Económica.

- Landa. Fray Diego de, "RELACION DE LAS COSAS DE YUCATÁN", Editorial Pedro Robredo, México, 1938.

Documento de trabajo

Un poco de historia

En realidad, no se sabe con certeza cuándo se comenzó a utilizar el número como símbolo para representar la cantidad de objetos en una colección cualquiera

La idea de número, como muchas ideas matemáticas, fue evolucionando poco a poco. Es difícil saber cómo fue que se llegó a la idea de número y el símbolo que la representa, así como es difícil explicar la manera en que un niño pequeño aprende las primeras palabras.

Es probable que después de mucho utilizar marcas o piedritas para contar, surgió la idea del número como algo que tienen en común diferentes grupos de objetos, animales o piedritas.

Los pueblos que comenzaron a utilizar los números dieron así un paso muy importante en el desarrollo de su capacidad para pensar en las situaciones de la vida cotidiana en forma organizada. Las diferentes situaciones de la vida humana plantean a veces problemas que, si se piensan con un poco de orden, su solución se facilita. Los números, y en general las Matemáticas, han ayudado muchísimo.

Los únicos que tenían un símbolo para el cero eran los mayas, pueblo que vivió en Centroamérica desde mucho antes de la llegada de los españoles a América. Se podría pensar que, en vista de que el cero no vale nada, no resulta muy importante tener un símbolo especial para representarlo

La verdad es que, como pronto se verá, esa idea aparentemente simple de inventar un símbolo para representar lo que es NADA, resultó tener consecuencias muy importantes en nuestra forma de escribir los números y de sumarlos, restarlos, multiplicarlos y dividirlos. Los mayas desarrollaron las Matemáticas y la Astronomía de manera notable.

¿Crees que si no existiese el cero, o algún otro símbolo para representar la nada, podríamos tener un sistema posicional como el nuestro?

Numerales mayas

En una primera aproximación al estudio de las matemáticas mayas, sólo hay que poner atención a dos aspectos básicos: el significado que encierran sus numerales (representados por tres símbolos: el punto, la barra y el cero) y la posición de los mismos en el tablero (retículo o cuadrícula). La unidad se representa con un punto; éste se acumula conforme prosigue la numeración hasta el cinco, cuya representación se hace con una línea horizontal o barra.

A partir del seis, nuevamente se agregan puntos sobre la barra del cinco; cada nuevo punto significa un avance en la cuenta, hasta llegar al diez, donde una nueva barra horizontal es agregada, y así sucesivamente hasta el número diecinueve.

El sistema de numeración Maya utiliza 3 símbolos, el punto “•”, la barra “—” y el símbolo  para el cero que representa un puño cerrado o una ostra. Con la combinación de punto y barra construyen los primeros 19 algoritmos. El uno está representado por un punto y combinamos 2, 3 y 4 puntos, que representan los números 2, 3 y 4 respectivamente.

Tres reglas para escribir los números mayas:

- **R1.** Combinamos los puntos, de 1 a 4 puntos.
- **R2.** Cinco puntos forman una barra.
- **R3.** Combinamos las barras, de 1 a 3 barras.

El número 20, es muy importante, como lo es el 5 y el 4. El 5 porque forma una unidad, la mano; aun hoy en las ventas populares de México y Guatemala (en los mercados principalmente) se compran verduras o frutas por **mano**. El 4 es importante porque 4 unidades de 5 forman los dedos de una persona, son 20 dedos en total los que una persona tiene, y esto también señala la importancia del número 20.

Su sistema de numeración fue de base 20,

La base del sistema, tiene un cero en la primera posición y un uno en la segunda posición.

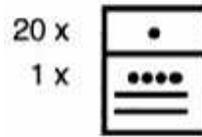


En el sistema decimal, las diferentes posiciones se escriben de izquierda a derecha, por ejemplo 543, siendo la primera posición tres, que representa 3 unidades, segunda posición 4, representa 4 decenas y tercera posición 5 que representa cinco centenas, sumando cada cantidad, llegamos al valor total representado.

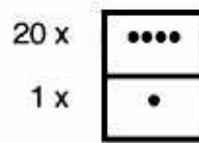
Las posiciones del sistema de numeración maya, se escriben de abajo hacia arriba,

Los siguientes son algunos ejemplos de cómo los mayas escribían sus numerales.

1. “una veintena de años más catorce” Haciendo un reticulado (que también le llamaremos cuadrícula) tenemos:



2. “cuatro veintenas más un año.”



¿Cómo escribirías con numerales mayas 457 años?

¿Siempre se efectuaron las operaciones de la misma manera en que se realizan ahora?

Operaciones aritméticas en el sistema de numeración maya

Para entender la sencillez y precisión de la ciencia matemática de los mayas, la utilización del tablero es un factor indispensable; sobre esta cuadrícula se realizaban las operaciones y los cálculos con los que se contabilizaron desde las pertenencias, los impuestos y la repartición de las cosechas, hasta los eventos astronómicos y los ciclos del tiempo.

Como todas las muestras de la cultura maya, el tablero, que es una cuadrícula semejante a la del ajedrez, es un objeto lleno de significaciones relacionadas con su cosmovisión; este elemento representaba, en un sentido místico, la urdimbre del universo; el campo donde suceden los hechos que transforman el tiempo y el espacio y el lugar donde se asienta el conocimiento humano. Por eso, al comprender su función y hacer uso de ella, se manifiesta como una figura que, de forma simbólica, ejemplifica el orden y equilibrio de todo cuanto existe.

¿Cuáles ventajas de nuestro sistema posicional sobre el sistema maya podrías señalar?

Cambio de base del sistema decimal al sistema maya.

Veamos el primero de los casos, empezando con un ejemplo: deseamos escribir el número 345 en sistema Maya. Dividimos el número 345 entre 20, esto da como cociente 17 y residuo 5. Esto indica que en la posición de las unidades se escribe una barra (5 el residuo) en la posición de las veintenas tres barras y dos puntos que representan al 17 (que es el cociente). Ver figura a la derecha.



Otro ejemplo con un número un poco mayor, 9.321 al sistema de numeración Maya. El algoritmo es el mismo, esto es, dividir 9,321 entre 20, esto da 466 como cociente y 1 como residuo. El 1 del residuo, representa un punto en la posición de las unidades, ahora dividimos el cociente entre 20, buscando un nuevo residuo que será el valor de las veintenas y se continua dividiendo, hasta que el cociente sea más pequeño que 20, esto es, cuando dividimos 466 entre 20 se obtiene 23 de cociente y 6 de residuo, o sea que se escribirá una barra y un punto en las veintenas y continuamos dividiendo. Al continuar la división se obtiene cociente 1 y residuo 3, se escribirán 3 puntos en la tercera posición (de los 400) y un punto en la cuarta posición (de los 8,000).



Un ejemplo más: Escribiremos el número 70,872 en el sistema de numeración maya.

Tomamos 70,872 y lo dividimos entre la base que es veinte

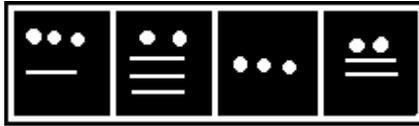
$70,872 \div 20 = 3543$, sobrando 12, este residuo corresponde a las unidades, es decir la primera posición.

El cociente obtenido lo dividimos entre la base. $3543 \div 20 = 177$, y tenemos tres de residuo, que pasarán a la segunda posición, las de las veintenas.

El nuevo cociente se divide nuevamente entre 20. $177 \div 20 = 8$, quedando como residuo 17, el cual ocupará la posición tres que corresponde al de las veintenas de las veintenas. Por último, en la cuarta posición, escribimos el último cociente obtenido, que en nuestro caso es ocho. Por tanto, tenemos que el número dado, 70,872, escrito en el sistema vigesimal es:

8; 17; 3; 12.

La representación en numerales mayas es:



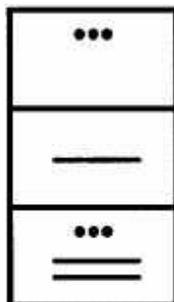
Ahora si estamos listos para enunciar el algoritmo deseado.

Se divide el número, dado en el sistema decimal, entre 20 (la base del sistema maya). Si obtenemos un cociente mayor o igual que veinte, tomamos el primer residuo y lo ubicamos en la primera posición (la de las unidades) y continuamos dividiendo ahora dicho cociente entre la base, hasta obtener un cociente menor que veinte. Cada residuo se escribe en las posiciones sucesivas. El nuevo número se forma escribiendo de izquierda a derecha (o de arriba hacia abajo) el último cociente y todos los residuos colocados a su derecha (o abajo), de uno en uno, aunque sean ceros.

Cambio de base de sistema maya a decimal

Ahora el algoritmo de encontrar el equivalente en sistema decimal de un número escrito en base 20, es más sencillo. Multiplicamos el valor de cada posición por 20 elevado a la potencia (n-1), donde "n" es la posición que está trabajando. Al final, se suman todos los productos.

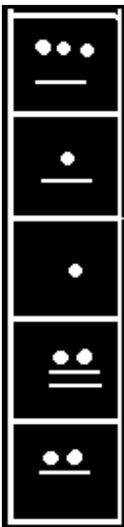
Veamos un ejemplo: Trasladar el número 3;5;13 a su equivalente decimal.



En la posición 1 se tiene un 13, en la posición dos un 5 y en la posición tres un 3, esto da el valor de:

$$13 * 20^0 + 5 * 20^1 + 3 * 20^2 = 1313$$

Otro ejemplo: Escribir en el sistema decimal el número 8; 6; 1; 12; 7



$$8 \times 20^4 = 1,280,000$$

$$6 \times 20^3 = 48,000$$

$$1 \times 20^2 = 400$$

$$12 \times 20 = 240$$

$$7 \times 20^0 = 7$$

La suma de los
productos a la izquierda
es
1, 328, 647

Ejercicios propuestos

1) Cambien de la base decimal a base de sistema maya cada uno de los siguientes números.

- a. 45
- b. 385
- c. 57813
- d. 4254
- e. 563889
- f. 12235
- g. 2
- h. 45568
- i. 658

2) Cada número dado en el sistema de base 20, expréselo en el sistema decimal.

- a. 23
- b. 45
- c. 456
- d. 123
- e. 1427
- f. 1000000
- g. 45878
- h. 45664
- i. 12

Anexo

Los resultados de la astronomía maya en el Códice de Dresden y la correlación entre los sistemas maya y cristiano de datar

(El XIII. congreso de Internacional unión de prehistoria y protohistoria, Italia - Forlì 1996)

Bohumil Böhm, Vladimír Böhm

La avanzada cultura de los mayas se ha venido conformando por una compleja síntesis de diversas corrientes de culturas que se basaban en el fondo de la agricultura local, influido conjuntamente por el impacto de valores culturales provenientes de regiones fuera de los asentamientos mayas. Su formación data de la llamada primera fase del período inicial clasificado como período entre los años 1500 y 800 A. C. y, de manera paulatina iba extendiéndose en los territorios de Guatemala, sureste de México, Belice, El Salvador y Honduras. Hacia el exterior, el auge económico y cultural se manifestaba a través de la construcción de amplias y magníficas ciudades-templos, el uso de la propia escritura hieroglífica, sus éxitos en astronomía, la existencia de la literatura y el desarrollo de los oficios y el comercio.

Uno de los problemas serios en el estudio de la evolución de la cultura maya consiste en datar su transcurso y tiene que ver con la correlación entre los sistemas de datar maya y el nuestro, cristiano. Actualmente, para estos fines, se utiliza la correlación Goodman - Martínez - Thompson. Según ella, a las fechas mayas que expresan la cantidad de días pasados desde la fecha de partida hasta la fecha que ha de datarse, se suma un coeficiente fijo de 584 284 días con lo cual se transforman en los llamados días julianos que según tablas de conversión se adaptan a nuestro sistema de datar.

Para calcular la correlación entre los sistemas de datar maya y cristiano resulta importante ante todo el Códice de Dresden, uno de los pocos libros mayas conservados en manuscrito. Las datas del calendario maya que contiene, son el resultado de las observaciones o cálculos astronómicos. Uno de los primeros en darse cuenta de este hecho fue E. Förstemann (1880, 1892). Él advirtió las tablas de la visibilidad del planeta Venus. Su análisis fue realizado por J. E. Teeple (1926). Las tablas de eclipse fueron estudiadas por M. Meinshausen (1913), C. E. Guthe (1921) y H. Spinden (1930). En muchas datas mayas, R. W. Willson (1924) suponía que podían tener relación con la observación de Marte, Júpiter y Saturno. Estos científicos, aparte de muchos otros, trabajaron con las fechas mayas utilizando el coeficiente de conversión de 584 284 días según la correlación de Goodman - Martínez - Thompson, o intentaron calcular su propio coeficiente. Por esta razón, sus resultados discrepan.

Partiendo de nuestros cálculos, nosotros somos de la opinión que la correlación de Goodman - Martínez - Thompson que se utiliza en la actualidad para la conversión de datas mayas en el sistema cristiano, no es correcta. Para poder afirmarlo ofrecemos la prueba de utilizar dos datas mayas del Códice de Dresden referentes a fenómenos astronómicos importantes que han sido correctamente determinados por los investigadores científicos arriba mencionados. Es la data maya de 1 412 848 días, a la cual se suman efemérides de eclipse indicadas en las tablas que acompañan esta fecha. Utilizando la correlación Goodman - Martínez - Thompson, la fecha considerada corresponde al 7 de noviembre de 755 cuando, sin embargo, no se produjo ningún eclipse solar o lunar. Al segundo data maya de 1 364 360 días se suman efemérides de la visibilidad de Venus. Indica el momento en el cual el planeta seis u ocho días después de la conjunción inferior con el Sol, apareció por primera vez en el cielo matutino como Lucero del alba (Lucero Matutino), poco antes de salir el Sol. Utilizando la correlación Goodman - Martínez - Thompson, esta fecha correspondería al 5 de febrero de 623. Ese día, Venus se encontraba tan sólo 15 días antes de la conjunción inferior con el Sol y brillaba en el

cielo como Lucero de la tarde (Lucero Vespertino). Error de más de veinte días es algo que los mayas no hayan podido cometer observando ese planeta.

Esos ejemplos manifiestan que la correlación Goodman - Martínez - Thompson no puede ser utilizada en datas referentes a fenómenos astronómicos reales y por eso hemos intentado determinar una nueva correlación partiendo de las datas mayas del Códice de Dresden así como de algunas inscripciones en las ciudades-templos, en los cuales, a base de análisis estadísticos, supusimos que se referían a uno de los fenómenos astronómicos más importantes, a saber: la observación de los equinoccios y los solsticios durante el a o trópico.

Piedras Negras.....1 379 662 días (por cinco) = ano trópico
Quiriguá1 401 577 días (por cinco) = ano trópico
Copán1 415 637 días (por ocho) = ano trópico

Códice de Dresden...1 364 360 =

Venus visible por primera vez como Lucero Matutino en en el cielo al alba después de la conjunción inferior con el Sol.

Códice de Dresden...1 412 848 días = eclipse del Sol o de la Luna.

Con la ayuda de esas fechas mayas escogidas y programas para calcular la posición de los planetas en la eclíptica, del Sol, la Luna y la Tierra, en el ordenador electrónico hemos establecido algunos coeficientes para convertir las datas mayas en el sistema cristiano. Se trata de los siguientes: 530 584 días, 600 070 días y 622 261 días. Este último de 622 261 días nos parece el más probable. Las datas mayas cuando se le suma el coeficiente, se convierten en días julianos y esos a continuación en el sistema cristiano corriente de datar mediante días, meses y a os. En todas las datas del Códice de Dresden nos han salido conclusiones concretas y, muchas veces muy interesantes, respecto a las observaciones o cálculos astronómicos. En el XII do congreso mundial de prehistoria y protohistoria, celebrado entre los días 1 y 7 de septiembre de 1991 en la capital de la República de Eslovaquia, Bratislava, hemos presentado la publicación sobre el nuevo coeficiente de conversión del valor de 622 261 días. Todos los programas necesarios que tienen que ver con los cálculos de los fenómenos astronómicos nos han sido facilitados por el ingeniero Jan Vondrák, doctor en ciencias del Instituto Astronómico de la Academia Checa de Ciencias, por lo cual se merece nuestro profundo agradecimiento.

Las observaciones astronómicas cuyos resultados quedan inscritos en el Códice de Dresden, han sido efectuadas a través de métodos de medición bastante sencillos. Los astrónomos mayas desconocían los cálculos con números decimales. Es una falta que representa un gran inconveniente para hacer los cálculos de fenómenos periódicos observados en el cielo, y los mayas lo eliminaban utilizando números grandes. Por ello es indispensable investigar los fenómenos registrados desde el punto de vista estadístico, respetando las incorrecciones inevitables en los datos de partida, en particular en el caso de fenómenos celestes, probablemente calculados hacia el pasado y hacia el futuro en el curso de varios siglos. Al convertir las datas mayas en el sistema cristiano con ayuda de nuestro coeficiente del valor de 622 261 días, en todas hemos logrado determinar sus importancias astronómicas que tienen que ver con la observación de la visibilidad de los planetas y sus conjunciones, el transcurso del a o trópico, a saber: determinar los equinoccios, solsticios y eclipses del Sol. Limitados en tiempo, lamentablemente no podemos realizar aquí un análisis detallado de todas las datas mayas indicadas en el Código, ante todo de las tablas matemáticas que contienen múltiplos de varias constantes numéricas básicas, las cuales se utilizaban para calcular las revoluciones sinódicas de los planetas y la duración del a o trópico.

El Códice de Dresden se divide en páginas que numeramos tanto acorde con la versión antigua fijada por E. Förstemann (F) como acorde con la más nueva utilizada por Yu. V. Knorozov (D). Paréntesis en algunas

datos significan que éstas no son expresadas directamente por la cantidad de días pasados, sino que se derivan según las reglas del llamado círculo calendario, compuesto por la combinación de los ciclos santo (sacro) de 260 días con el astronómico de 365 días.

En la página F 24 (D 24) del Códice de Dresden son indicadas las datas mayas en esta forma:

- A) 1 366 560 días C) (1 397 640 días)
- 2 200 - " -
B) 1 364 360 días

A la data B) se suman los múltiplos de 2 920 días. Es el período típico que comprende la convergencia de 5 revoluciones sinódicas de Venus (observadas desde la Tierra), 13 revoluciones sidéreas (el tiempo real de la revolución del planeta alrededor del Sol) paralelas con 8 años trópicos. Después de ese período, Venus, con diferencia de dos días, nuevamente sale o se pone en el mismo lugar del cielo con los mismos astros en su fondo. Las datas mayas B) y C) representan el momento en el cual el planeta, tras algunos días de quedar invisible, por primera vez brilla en el cielo al amanecer como Lucero Matutino poco antes de la salida del Sol. En el tiempo que quedaba invisible se encontraba en la conjunción inferior con el Sol.

1 364 360 días (27 de enero de 727)

Venus - 8 días después de la conjunción inferior. Sale por la mañana como Lucero Matutino, 56 minutos antes de salir el Sol.

1 397 640 días (11 de marzo de 818)

Venus - 5 días después de la conjunción inferior. Sale por la mañana como Lucero Matutino, 35 minutos antes de salir el Sol.

Entre las dos datas iniciales (A y B) en el texto maya queda indicado el intervalo de 2 200 días que es típico para la posibilidad de repetirse posiciones mutuas idénticas entre Mercurio, la Tierra y el Sol. Comprende 19 revoluciones sinódicas y 25 sidéreas del planeta, que realizan el encuentro al cabo de 6 años trópicos. Después de ese tiempo, Mercurio sale o se pone en el mismo lugar del cielo, aproximadamente el mismo día del año. Los astrónomos mayas conocieron la misma ley cíclica en el caso de Venus, donde cada 2 920 días se repite ese proceso.

Observar Mercurio resulta muy difícil. Su órbita alrededor del Sol crea una elipse excéntrica con una revolución sinódica media, observada desde la Tierra, de 115,877 484 días. Gracias a su excentricidad, la rapidez del planeta en los diversos trayectos resulta diferente, y es por ello, que las revoluciones sinódicas individuales varían de 104 a 132 días. Mercurio se halla bastante próximo al Sol y este hecho es la razón por la cual su propio esplendor queda tapado por el brillo deslumbrante del Sol. Por este motivo, los astrónomos mayas podían observarlo únicamente en momentos cuando se encontraba a la mayor distancia angular del Sol en el curso de su revolución (es la llamada elongación). Puede tratarse de la elongación occidental, durante la cual Mercurio sale por la mañana en el horizonte algunas decenas de minutos antes del Sol, y puede tratarse de la elongación oriental, cuando Mercurio puede observarse por breves momentos inmediatamente tras el ocaso del Sol. Las extremas distancias angulares del planeta al Sol suelen oscilar entre 18° y 23°. La máxima inclinación de 27° 49' se produce en el instante cuando esa elongación observada desde la Tierra transcurre durante la mayor elongación de Mercurio al Sol, que sucede una vez durante su revolución sidérea (87,9693 días) en su órbita excéntrica. En su mayor cercanía al Sol, la máxima distancia angular al Sol observada desde la Tierra, representa solamente 15° 55'. Durante las máximas elongaciones como si el planeta estuviera inmóvil unos 4 ó 6 días. Su distancia angular al Sol varía sólo poquísimos, así que este movimiento fue muy difícil de averiguar por

los métodos de observación que conocían los astrónomos mayas. Es por ello que su determinación de elongaciones de Mercurio oscilan dentro del ámbito del susodicho error.

La inscripción de las datas mayas indicada en el Códice de Dresden describe simultáneamente la máxima elongación de Mercurio en el momento, cuando se encontraba cerca de la mayor distancia al Sol y se le podía observar mejor.

1 366 560 días (4 de febrero de 733)

- Mercurio en la elongación occidental con la distancia angular al Sol de 27° . Por la mañana salía 97 minutos antes del Sol. La Luna llena.

2 200 días

19 revoluciones sinódicas, 25 sidéreas, paralelas (convergentes) con 6 años trópicos.

1 364 360 días (27 de enero de 727)

- Mercurio en la elongación occidental con la distancia angular al sol de 26° . Por la mañana salía 98 minutos antes del Sol. La Luna nueva.

Es realmente digno de atención ver cómo los astrónomos mayas observaban la visibilidad de Mercurio, ya que las condiciones para ello resultan muy desfavorables. Merece nuestra admiración su conocimiento del período de 2 200 días, en el cual se produce el paralelo (la convergencia) de revoluciones sinódicas y sidéreas con el año trópico.

En la página F 43 (D 72) del Códice de Dresden figuran dos datas que describen también la elongación máxima de Mercurio que, al mismo tiempo, se refiere nuevamente a otros fenómenos planetarios. En el Códice de Dresden con frecuencia observamos los esfuerzos de los astrónomos mayas por buscar vínculos entre los fenómenos individuales en el cielo y ponerlos en correlaciones expresadas matemáticamente en números naturales. Entre dos datas descritos a continuación queda expresado el intervalo de 352 días, en número entero que representa el múltiplo común más bajo de 3 revoluciones sinódicas y 4 revoluciones sidéreas de Mercurio. Tras ese tiempo, el planeta vuelve a encontrarse en el mismo lugar del cielo, en este caso en la esfera de la máxima elongación del Sol, la mejor posición para ser observado.

1 435 980 días (27 de febrero de 923)

- Mercurio en la elongación occidental con la distancia angular al Sol de 25° . Por la mañana salía 77 minutos antes del Sol.

- 352 días

Paralelo (convergencia) de 3 revoluciones sinódicas con 4 sidéreas de Mercurio.

(1 435 628) días (12 de marzo de 922)

- Mercurio en la elongación occidental con la distancia angular al Sol de 27° . Por la mañana salía 80 minutos antes del Sol. El equinoccio de primavera con error de 4 días menos.

La segunda de las datas mayas describe, aparte de otros fenómenos astronómicos, el orto heliástico de Marte, cuando 56 días después de la conjunción con el Sol fue visible (observable) brevemente en el cielo matutino antes de la salida del Sol. Por el contrario, el ocaso heliástico representa el instante en el cual el

planeta, por última vez tras la puesta del Sol, se ve bajo en el horizonte occidental para desaparecer como el Sol después de algunas decenas de días. Se halla en la conjunción. Queda evidente, que los ortos y ocasos de los planetas no pueden fijarse con la precisión de un día, pese a tratarse de fenómenos cíclicos regulares, porque se debe a la situación existente en la atmósfera. En consecuencia de observaciones efectuadas durante muchos años, es posible determinar con bastante precisión, utilizando este método, la duración de revoluciones sinódicas de los planetas. Una serie de datas mayas indicadas en el Códice se refiere precisamente a la observación de ortos y ocasos heliáticos de planetas, ente todo de Júpiter y Saturno.

Algunas datas en el Códice de Dresden tienen que ver con las conjunciones de planetas. Siempre se trata de un espectáculo interesante, cuando se encuentran dos astros celestes en sus trayectos. A base de algunos resultados de observaciones, eventualmente cálculos hechos por los astrónomos mayas, a veces se trataba más bien de un máximo acercamiento de dos planetas. Indicamos sus valores en la eclíptica en grados de aparente ascensión geocéntrica recta de la cual queda clara su proximidad. En la página F 45 (D 74) figuran dos datas entre las cuales queda marcado el intervalo de 30 días.

A) 1 278 420 días (13 de octubre de 491)

- 30 días

B) 1 278 390 días (13 de septiembre de 491) - Conjunción de Júpiter (307,66°) con Saturno (307,02°).

A la fecha B, en la que se produjo la conjunción, se le suma la constante de 29 120 días. En el Códice queda subrayado cómo había sido creada. Se trataba de una sucesión de productos progresivos - 2 x 364 hasta 80 x 364. Esta constante comprende 73 revoluciones sinódicas de Júpiter y 77 revoluciones sinódicas de Saturno. Es uno de los períodos cuando, tras 80 años, se repite el acercamiento de ambos planetas en el cielo. Y realmente, 29 120 días después de la fecha B), o sea el 5 de junio de 571, se produjo el acercamiento inferior a 5°. También sucedió al contrario, a saber: 29 120 días antes de la fecha B), o sea el 22 de diciembre de 411 se produjo el acercamiento de ambos planetas a 1,2°.

En las páginas F 51 - 52 (D 30 - 31) hay seis datas mayas que podemos dividir en dos grupos. El primero se refiere a la observación de la revolución sinódica de la Luna y del eclipse de Sol.

1 412 848 días (29 de octubre de 859)

- El eclipse anillar del Sol. Alcanzó su máximo a las 17 horas 19 minutos del tiempo efeméride de longitud 78,79° oeste y latitud 2 n°rte. Encima de la región maya con el centro aproximadamente en longitud 90° oeste, ese máximo fue visible a las 11 horas 19 minutos de hora local y fue posible observar casi todo el transcurso del eclipse. Luego a esta fecha se le suman efemérides de eclipse.

1 412 863 días (13 de noviembre de 859) - La Luna llena.

1 412 878 días (28 de noviembre de 859) - La Luna nueva.

El segundo grupo de datas describe la conjunción de Venus con Marte. En grados queda indicada su gran proximidad en la eclíptica.

1 578 988 días (10 de septiembre de 1314)

- Conjunción de Venus (187,99°) con Marte (197,76°)

1 434 748 días (14 de octubre de 919)

- Conjunción de Venus (215,48°) con Marte (214°)

1 268 808 días (19 de junio de 465)

- Conjunción de Venus (70,05°) con Marte (57,04°). Solsticio de verano.

La data maya de 1 434 748 días puede ser considerada como actual, cuando era directamente observado el acercamiento tan estrecho de ambos planetas en 1,5°. Las dos datas siguientes se derivan de ella, uno hacia el futuro (395 a os) y otro hacia el pasado (454,3 a os). Por esta razón existe una mayor distancia angular entre los planetas observados. Desde el punto de vista de la astronomía contemporánea resulta más preciso hablar sobre su acercamiento. Los astrónomos mayas calculaban solamente con números enteros y por ello surgían ciertas incorrecciones en los cálculos de los fenómenos astronómicos para lapsos de tiempo más largos. Lo mismo puede decirse de la utilización de algunas tablas numéricas que acompaña a las datas mayas en el Códice. Con ayuda de ellas, los fenómenos astronómicos que se repiten en ciclos pueden calcularse para siglos enteros, pero con un error cada vez creciente.

El Códice de Dresden contiene otras series de datas y tablas mayas que describen fenómenos importantes ocurridos en el cielo, en cuyo sistema hemos penetrado. Se trata sobre todo de ortos y ocasos heliácticos de los planetas y sus conjunciones, o se trata de seguir la duración del año trópico en el lapso de hasta 34 000 años. Esta escritura notable representa un documento importantísimo sobre la capacidad intelectual de los mayas que lograron crear una de las culturas más avanzadas y dignas de atención en el continente americano.

Bibliografía

- Calderón, Hector M., "LA CIENCIA MATEMÁTICA DE LOS MAYAS", Editorial Orión México, 1966.
- , Trad. De Barrera Vázquez. Alfredo y Rendón Silvia, EL LIBRO DE LOS LIBROS DE CHILAM BALAM, 3ª. Edición, 1965, México. Fondo de Cultura Económica.
- Landa. Fray Diego de, "RELACION DE LAS COSAS DE YUCATÁN", Editorial Pedro Robredo, México, 1938.
- León-Portilla, Miguel, "TIME AND REALITY IN THE THOUGHT OF THE MAYA", Second Edition, University of Oklahoma Press, Norman, 1988.
- Morley, Sylvanus G., "LA CIVILIZACION MAYA", Fondo de Cultura Económica, México, 1968.
- Sedat S., Guillermo, NUEVO DICCIONARIO DE LAS LENGUAS K'EKCHI' Y ESPAÑOLA, Chamelco, Alta Verapaz, Guatemala. 1955. Tipografía Nacional.
- Lull .José ,MAYAS: Los señores del tiempo.
- Wilhelm Richard. *I Ching*. EL LIBRO DE LAS MUTACIONES. Editorial Hennes. México D.F. 1986. Pág.126
- Oneale Lila M. TEJIDOS DE LOS ALTIPLANOS DE GUATEMALA. Ed. José de Pineda Ibarra. Segunda Edición.Tomo I. Guatemala. 1979.
- González Alfredo y González Fernando. LA CASA CÓSMICA TALARNANQUEÑA - Ed. EUNED. San José Costa Rica. 1989
- Rojas .Alejandro Jaen, MODELOS MATEMÁTICOS DEL COSMOS DE LOS INDÍGENAS MAYAS PRECOLOMBINOS, Documento escrito.
- Duncan David Ewing,HISTORIA DEL CALENDARIO,Ed Emecé Editores,Buenos Aires.1999.
- Gerdes, Paulus, "DESENHOS DA AFRICA" Editora Scipione, Sao Paulo, Brasil, 1990.

Páginas

www.mayanet.hn/copan/Espanol/Cultura/cultura.htm –
www.cancunalltours.com/spanish/historia_de_los_mayas.htm - 17k
www.centrogeo.org.mx/CiberAtlas/lacandona/delaselva/biodiversidad
mexico.udg.mx/historia/precolombinas/maya/index.html
www.astromia.com/historia/astromaya.htm – www.matematicaparatodos.com/varios/mayas01.pdf
www.astrosafor.net/Huygens/2000/H22/H22Mayas.htm
www.astro-digital.com
www.tayabeixo.org/historia
www.matematicaparatodos.com/varios

