

18

DE HERRAMIENTAS A INSTRUMENTOS

Antonio Prado Cobos

Se analizaron 500 piezas mesoamericanas, talladas en jade y cloromelanita, provenientes de colecciones privadas, llamadas hachas, cinceles y pulidores. Con este material se produjeron gráficas, estadísticas y se reconstruyó el proceso creativo de estas piezas para proponer nuevas hipótesis. Al contar con los datos técnicos, se comprobaron las mismas hipótesis con las piezas que pertenecen a los museos nacionales de Costa Rica y Perú.

DEFINICIONES

Dado que a la fecha no se ha realizado análisis morfológico a esta familia de formas en Mesoamérica, se definen los nombres específicos para cada parte de las piezas: el tope es la parte posterior gruesa; el filo es la parte frontal delgada siempre pulida; la cara ancha es la porción lateral de la pieza de mayor área (toda pieza tiene dos caras anchas); la cara esbelta es la porción lateral de la pieza perpendicular a la cara ancha (toda pieza tiene dos cara esbeltas); el contorno de la cara ancha es la silueta de la cara ancha; el contorno de la cara esbelta es la silueta de la cara esbelta; el vértice es la parte terminal del filo formada por la unión de tres líneas. Cada pieza tiene dos vértices donde concurren los límites de las caras de la pieza. La longitud del filo es la dimensión que se mide de vértice a vértice. El perímetro de la cara ancha es la medida de longitud desarrollada al rotar la cara ancha 360°, el perímetro de la cara esbelta es la medida de longitud desarrollada al rotar la cara esbelta 360°. La vésica es la figura geométrica o intersección entre dos circunferencias también llamada hoja de laurel. Unidad Prehispánica (UP) es la unidad de medida de longitud comprobada desde la región Azteca hasta la Inca en tiempos prehispánicos, equivalente a 36 mm del Sistema Internacional (SI). El Sistema de Medidas de Longitud Prehispánico (SMLP) es el sistema de medidas de longitud presentado anteriormente en este mismo simposio.

ANÁLISIS DEL PROCESO DE DISEÑO

GEOMETRÍA GENERAL

En la mayoría de estas piezas se ha detectado la constante aplicación de la vésica o intersección de dos circunferencias en ambas caras. El análisis morfológico que se ha realizado es bidimensional, pero se piensa que estas obras fueron diseñadas como volúmenes. La gráfica generada por estas formas es el inicio de todo el diseño prehispánico. A esta conclusión se llegó después de hacer millares de dibujos digitales de las diferentes escuelas de lítica.

De acuerdo a las características formales, las piezas se han clasificado en tres grupos: dos vésicas en planos a 90°; un ángulo en la cara ancha y una o varias vésicas en la cara esbelta, y por último superficies planas y curvas combinadas.

DOS VÉSICAS EN PLANOS A 90°

Se dice que estas formas están inscritas en el interior de dos vésicas perpendiculares entre sí porque el 55% del material estudiado, está delimitado por una vésica en la cara ancha y el 82% por una vésica en la cara esbelta. Al imaginar esta geometría de tres dimensiones, muchas de estas formas fueron concebidas por la intersección de cuatro esferas, dos en las caras anchas y dos en las caras esbeltas. Debe hacerse notar el grado de complicación que tienen estas piezas arqueológicas inscritas dentro de cuatro circunferencias, porque después de crear la forma gráficamente, hay que tallar la pieza según su geometría.

UN ÁNGULO EN LA CARA ANCHA Y UNA O VARIAS VÉSICAS EN LA CARA ESBELTA

Existe una notable diferencia entre dos grandes grupos de formas. Por un lado las piezas que presentan curvas y por el otro, las que presentan líneas rectas. El 25% del material estudiado presenta dos líneas rectas en el perímetro de la cara ancha que al unirlos en un punto, forman ángulos exactos dentro de un círculo. La mayoría de estas piezas con ángulos específicos, son piezas aplanadas en la cara ancha, tal vez para trabajar sobre una superficie plana como puede ser una mesa de dibujo. Las piezas restantes que conforman la minoría de este conjunto son obras creadas en un sector de circunferencia, quizá para transportar ángulos sobre superficies arqueadas.

Los ángulos grabados en estas piezas tienen la siguiente conversión en grados: 3° equivalen a 1/120 de circunferencia; 8° equivalen a 1/45 de circunferencia y 10° equivalen a 1/36 de circunferencia y así sucesivamente. El ángulo más frecuente es el de 20° que equivale a 1/18 de circunferencia. Resulta lógico haber utilizado con máxima frecuencia la cifra de 20° al recordar que la aritmética Maya fue vigesimal.

SUPERFICIES PLANAS Y CURVAS COMBINADAS

Se ha comprobado un conjunto minoritario de esculturas intencionalmente creadas con superficies mezcladas, con una cara aplanada y la otra con una curva.

GEOMETRÍA APLICADA AL FILO

El filo mantiene diseño geométrico desde tres puntos de vista: desde la cara ancha, desde la cara esbelta y también puede observarse de frente. El 100% de las piezas tienen el filo perfectamente pulido y el 99% presentan la aplicación de geometría. Además cada obra mantiene su filo agudo pero este nunca llega a ser cortante. Estas especificaciones demuestran la grandeza y complicación que conlleva producir este material arqueológico.

EL FILO VISTO DESDE LA CARA ANCHA

El 80% de los fillos estudiados mantienen este sector de la pieza inscrito en un arco. Debió ser extremadamente difícil producir estas piezas con las piedras más duras en todo el continente americano, con la misma exactitud con la que la computadora dibuja la circunferencia. Esta especificación se encontró prácticamente en todo el material estudiado, desde los Aztecas hasta los Incas. En el 17% de los fillos analizados, la geometría se encuentra definida por dos o tres círculos y solamente el 3% de las piezas presenta el filo recto con medidas que corresponden a *módulos* del SMLP. El 10% de las piezas estudiadas mantienen el filo con un diámetro de 2 UP o 72 mm equivalente al 1UP de radio.

VISIÓN DEL FILO DESDE LA CARA ESBELTA

Los fillos analizados desde la cara esbelta presentan información para comprender el proceso de reparación de cada pieza. Esta información ha sido clasificada en dos grupos según su geometría: primero, cuando el filo encaja perfectamente en la parte aguda de una vésica en la cara esbelta, se considera como una pieza original e intacta porque se piensa que no ha sido restaurada. Este mismo filo visto desde la cara ancha normalmente está inscrito en una circunferencia. Segundo, cuando el filo en la cara esbelta no se ajusta a la vésica, se considera como una pieza que ha sido tallada de nuevo o pulida posteriormente y este caso es característico de un proceso de reparación, ya sea una restauración antigua o una reparación moderna.

Las piezas restauradas por talladores prehispánicos mantienen el trazo inscrito en sectores de círculo en la cara esbelta y normalmente presentan en la cara ancha otro sector de circunferencia. Este detalle escultórico es muy difícil de lograr ya que la mayoría son miniaturas. Por el contrario, las piezas que fueron mal reparadas o vueltas a pulir en época posterior a la prehispanidad, mantienen la huella de esmeriles modernos que aplanan normalmente la superficie del filo. Muchas de estas piezas las desgastan hasta hacerles un filo puntiagudo, aplanado o incluso cortante.

El estudio minucioso del diseño del filo en estas piezas, es fuente de información para comprender la verdadera función de estas magníficas esculturas. Puede asegurarse que después de analizar más de 600 unidades originales, nunca se encontró algún filo cortante. El filo de estas piedras prehispánicas ha mantenido su geometría por centenares de años.

EL FILO VISTO DE FRENTE

La característica más frecuente del filo se observa cuando la pieza se mira de frente, porque casi todos los fillos son rectos o han sido trazados respetando una sola línea que casi siempre es paralela a la superficie de la mesa. Este detalle tan notorio facilita la medición de su longitud perimetral. Existen pocos casos observados en los que el filo debió ser diseñado y producido con líneas curvas.

La geometría diseñada con un filo en forma de "S" o una doble circunferencia se ha comprobado en los de cinco piezas y también en muy pocas piezas talladas en el material de pedernal o sílex, las cuales fueron producidas en tiempos prehispánicos y aún se desconoce la función que pudieron cumplir estas piezas. Estas miniaturas finamente esculpidas mantienen *módulos* de medida correctos del SMLP en la longitud del filo.

GEOMETRÍA DEL TOPE

La mayoría de los topes estudiados presentan su diseño con la aplicación de una, dos o tres circunferencias. El filo siempre está pulido y adelgazado a diferencia del tope que es grueso, redondeado y casi siempre texturizado, quizá por los impactos causados al tallar la piedra. Existen piezas totalmente pulidas y al escuchar la función de hacha o cincel se espera encontrarlas con sus topes duramente golpeados, pero por el contrario estas piezas presentan el tope sin lastimaduras. Este detalle tan notorio pone en duda la función de verdaderas hachas o cinceles. Se ha encontrado un conjunto minoritario de piezas con topes planos, que incluso en algunos casos pueden detener la pieza en posición vertical.

NORMAS DE DISEÑO

Las normas pueden estudiarse por medio de aplicaciones geométricas y en este caso fueron fundamentadas con la masiva aplicación de circunferencias. En este estudio, las reglas se detectaron en Mesoamérica y después se confirmaron en Perú. Esta comprobación llevó al autor a proponer el constante intercambio de tecnología y de diseño entre las principales culturas prehispánicas de América.

CIRCUNFERENCIA QUE ENCIERRA LA PIEZA

En términos de diseño estas palabras significan que una circunferencia encierra el perímetro de la pieza, desde el filo hasta el tope de la escultura. Esto se ha comprobado con el 7% del material estudiado y esta misma norma de diseño ha sido detectada en otras escuelas de talla, confirmando la capacidad de síntesis que lograron los Mayas y los Incas.

DOS CIRCUNFERENCIAS DEFINEN LA LONGITUD DE LA PIEZA

Definir la longitud total de una figura por medio de dos circunferencias fue una práctica usual y en esta familia de formas puede asegurarse que es una de las características más frecuentes. Da la impresión que los diseñadores prehispánicos cuando crearon sus formas, tuvieron presente la construcción gráfica de un eclipse, ya que en esta época es masiva la producción de formas que se encierran dentro de dos circunferencias.

CÍRCULO QUE TRAZA EL FILO Y COINCIDE CON EL VÉRTICE DE LA VÉSICA

Es inaceptable pensar que por simple coincidencia el trazo del filo cruza exactamente donde se remata la vésica que encierra la forma. Esta cualidad de diseño vuelve a ser una norma que dice mucho sobre la precisión del diseño Maya y de otras culturas prehispánicas. Es difícil pensar que los mesoamericanos y los Incas descubrieron por separado el mismo sistema de medición de longitud y que además inventaron a distancia las mismas reglas creativas.

CÍRCULO QUE TRAZA EL FILO Y COINCIDE CON EL VÉRTICE DEL ÁNGULO

Cuando un diseñador estudia esta regla, su importancia se hace mayor porque un ángulo que termina localizado en un punto o parte de un círculo, es una indicación gráfica que debe tener algún significado importante. Al haber unido estas dos líneas formando un ángulo determinado, el punto de unión describe por alguna causa su posición en el perímetro de la circunferencia.

PIEZAS DISEÑADAS CON CUATRO CIRCUNFERENCIAS IGUALES

Resolver cualquier forma diseñada con cuatro circunferencias iguales es increíble ante los ojos de un diseñador contemporáneo, porque la aplicación de esta regla de diseño convierte la forma en una figura armónica. Los Mayas lograron este trazo con dos vésicas en dos planos ortogonales.

APLICACIÓN DE PROPORCIONES EN LA ARQUEOLOGÍA

El dominio de proporciones en la producción arqueológica, es un buen síntoma para reconocer la presencia del diseño funcional. Estas obras con requisitos definidos cumplieron alguna función, porque manejar este tema en dos planos ortogonales implica mucho control espacial.

LA IMAGEN DE LA CARA ANCHA DEL FILO PUEDE SER SIMILAR A UN DIENTE

Sergio Leal Cruz, cirujano dentista, estudió los contornos de estas piezas sugiriendo investigar la posible relación de estas formas con el diente incisivo central superior. Esta asociación es similar al ojo relacionado con la vésica. Así, estas piezas arqueológicas podrían en determinado momento referirse o ser la síntesis de las actitudes de ver y comer. En la cultura Maya se ha hecho énfasis en describir el diente *ik*. Ha sido notoria la representación de ritmo plástico constante encontrado en el diseño de los dientes humanos y zoomorfos, tanto en Mesoamérica como en la sociedad de culturas andinas en Sur América. Existen muchas medidas y coincidencias formales, en las cuales los dientes tienen relación con las formas de las hachas.

MEDIDAS DE LAS PIEZAS

Lo más importante de este análisis morfológico es que: piezas diferentes producidas en ciudades lejanas y en tiempos distintos, repiten sus medidas perimetrales. Comprender y aceptar esta característica es la clave para entender esta familia de formas.

MEDIDA DE FILO

Si se pivota el filo de la pieza sobre una superficie blanda de papel, la rotación del perímetro del filo de esta piedra deja una huella de vértice a vértice, repitiéndose esta longitud como un patrón de medida. Esto indica que la longitud del filo pudo ser un *módulo* de medida lineal con una dimensión prediseñada. Al medir las primeras 153 piezas, se descubrió una constante repetición en las medidas del filo coincidentemente iguales a los submúltiplos y algunos de los múltiplos del SMLP. Aquí hay dos alternativas: las piezas simplemente fueron diseñadas con estos *módulos* de longitud en una escalera ascendente sin cumplir ninguna función o la longitud de este filo pudo ser un mecanismo pensado para repetir pequeños *módulos* de longitud, capaz de transmitir el SMLP con fidelidad.

El *módulo* más frecuente es $7/8$ UP o 31.5 mm. Luego 1 UP p 36 mm, $1/2$ UP o 18 mm y así sucesivamente. Es muy difícil pensar que este ordenamiento tan exacto pudo ser producto de la casualidad. Esta cualidad de las piezas eleva el nivel de complicación que pudo ser producto de la casualidad. Esta cualidad de las piezas eleva el nivel de complicación que pudo darse al producir millares de miniaturas, respetándose la especificación dada por sus diseñadores al requerir dimensiones grabadas en arcos de piedra.

LA LONGITUD DEL FILO DEFINE LA FORMA DE LA PIEZA

Es notable que las medidas de longitud de los fillos se repitan constantemente. Al estudiar el diseño de las piezas juntando el material en grupos diferentes, se observa que el diseño de cada pieza es muy similar a otras obras con el mismo filo y esto sucede sin haber encontrado dos piezas iguales. Conforme la longitud del filo crece en esta familia de piezas el volumen físico de la obra se agranda de tal manera, que se hace necesario definir cuatro grupos de figuras dependiendo de su forma y tamaño: las piezas desde $1/4$ hasta $4/9$ UP son las tipo lápiz; las piezas desde $5/9$ hasta $2/3$ UP son las tipo rectángulo; las piezas desde $13/16$ hasta $1\ 1/8$ UP son las tipo diente y el resto hasta $1\ 1/8$ UP son las tipo diente y el resto hasta $2\ 1/8$ o más son las tipo punta.

El concepto de diseño que ha facilitado la comprensión de la morfología de estas piezas puede sintetizarse así: formas desiguales repiten medidas de longitud y ángulos en las mismas posiciones. Para que suceda esta frecuencia en la producción hay que diseñar y especificar cada pieza al momento de iniciar su manufactura. Descubrir coincidencias de figuras y medidas en las piezas, lleva a comprender esta familia de formas como instrumentos de mucha exactitud milimétrica.

LOS PERÍMETROS DE LAS CARAS ANCHAS Y ESBELTAS

Actualmente se sabe que estas obras fueron diseñadas en sus cuatro caras y mantienen tres medidas perimetrales que se repiten en las mismas posiciones. Al estudiar los contornos de la cara ancha y esbelta, se confirma la repetición de los mismos diámetros, es decir, un diseño preconcebido. Solamente el 16% el material fue diseñado con una composición asimétrica. En estas mediciones un poco mayores, el filo coincide en el inicio y final de la rotación de la pieza. Se ha comprobado que estos *módulos* de longitud mayores también son múltiplos del SMLP. Con este descubrimiento se propone reconocer a esta familia de formas como piezas diseñadas con tres medidas perimetrales y milimétricas: la longitud del filo que es la más evidente y las dos medidas perimetrales de sus caras con *módulos* de longitud mayores.

ALTURA DEL FILO A LA SUPERFICIE DE LA MESA

Al medir la altura del filo de la pieza hacia un horizonte paralelo a la superficie de la mesa de trabajo, se confirman medidas verticales que debieron ser diseñadas con subdivisiones del SMLP. En la mayoría de los casos cuando la pieza en la cara ancha es un sector de esfera, la escultura puede girar sobre un punto como un trompo, formando una circunferencia virtual que mantiene la altura del filo constante.

EQUILIBRIO DE LA PIEZA: TIPOS DE APOYO

En esta familia de formas se han encontrado dos clases de apoyos: el primero y el más usual, mantiene la pieza en equilibrio sobre un punto de contacto; el segundo tipo de apoyo es elemental, ya que sucede cuando la pieza presenta áreas planas en cualquiera de las caras, facilitando así su estabilidad.

APOYO SOBRE UN PUNTO DE LA CARA ANCHA

Al estudiar las piezas observando el mínimo apoyo, puede verse en la elevación lateral, el contacto de la obra con la superficie plana de la mesa en un punto mínimo. Esto se percibe en la curvatura esférica de la escultura, en la que la pieza se detiene con una estabilidad magistral. Al mover la pieza, ésta oscila varias veces con un movimiento desordenado y lentamente recupera su posición original estable y con el filo horizontal.

APOYO SOBRE LA SUPERFICIE PLANA DE LA CARA ANCHA

Este tipo de apoyo es muy fácil de producir y consiste en aplanar una o las dos caras anchas de la pieza con las que se detiene a forma sin problema. Curiosamente, estas piezas aplanadas coinciden con las obras que presentan ángulos diseñados y observados desde la cara ancha.

EL CENTRO DE MASA COINCIDE CON EL CENTRO FÍSICO DE LA PIEZA

El 20% de la muestra estudiada tiene la cualidad de apoyarse en un punto donde coinciden el centro físico de la pieza con su centro de masa. Técnicamente esto es algo increíble de lograr tomando en cuenta que la forma es asimétrica. Una quinta parte de las obras analizadas presentan este comportamiento. Estas piezas rotan sobre un punto, cerrando siempre una circunferencia virtual, cuyo diámetro inicia en el filo y termina en el tope. Este detalle constructivo es algo genial.

ERGONOMÍA

Es evidente que esta escuela de escultores operó con diseñadores que manejaban con mucha facilidad la tecnología ergonómica, ya que se percibe la comodidad al sujetar muchas de las piezas prehispánicas. La ergonomía es consecuencia de la aplicación del sistema de medidas de longitud usado en la prehispanidad, ya que los *módulos* aplicados son similares a las dimensiones de las falanges y movimientos de los dedos. Se observaron cuatro tipos de ergonomía al sujetar las piezas: ergonomía ajustada para medias yemas, falanges, dedos y manos.

ANÁLISIS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN: PRODUCCIÓN APLICANDO GEOMETRÍA

Las materias primas como el jade y la cloromelanita en su estado natural existen en tamaños y formas irregulares. El escultor prehispánico después de estudiar las especificaciones de diseño, debió adquirir la materia prima para esculpir la figura a base de golpes con un martillo y un cincel, tal como se esculpe la piedra actualmente. Sin embargo, la mayor complicación en el proceso de producción radica en la manufactura de arcos y círculos que fueron especificados en su proceso de diseño. Igualmente

difícil debió haber sido tallar estas piedras tan duras con la misma exactitud y precisión con la que la computadora traza sus circunferencias y arcos.

Se sugiere que estas piezas fueron talladas y calibradas continuamente, el escultor primero produjo sus plantillas de círculos, arcos ángulos para graduar las profundidades de la talla con la geometría necesaria. Después de producir estos patrones de trabajo, cortó la pieza controlando cada cierto tiempo la profundidad de la talla hasta lograr las medidas de diámetros y los radios indicados por el diseñador. Entonces se deduce que el escultor procedía a esculpir la forma tallándola a través de múltiples impactos, acercándose poco a poco a las medidas perimetrales con una ligera dimensión mayor a la especificada en el plano, y por último puliendo el filo con sus dos vértices.

SUPERFICIE DE LAS PIEZAS CON TEXTURA PUNTEADA Y PULIDA

La mayoría de las piezas estudiadas presentan una superficie minoritaria con una fina textura en ambas caras, casi siempre alrededor del tope. El resto de la pieza se encuentra bien pulida sin llegar a presentar un filo que pueda ser cortante. El área el filo y los vértices siempre fue pulida. Se propone pensar que existieron dos calidades de utensilios: las piezas con superficies laterales texturizadas en las que la calidad del acabado final no fue tan necesario, quizá porque fueron utensilios para obreros; y las piezas totalmente pulidas, tal vez para calculistas o dibujantes especializados que trabajaron obras muy finas, donde la precisión de las medidas era parte de la relación entre usuario e instrumento.

SUPERFICIES PULIDAS

En menor cantidad se encuentran las piezas totalmente pulidas lo cual debió hacerse frotando las obras con abrasivos o arenas finas tamizadas en materiales tan duros como el jade y la cloromelanita. El acabado final de estas piezas es una superficie mate, aunque también existen pocas piezas originales brillantes. Hay que tener cuidado con las piezas brillantes porque existen tres casos: en algunos ejemplos les han puesto cera o grasa, con lo cual la pieza adquiere un brillo extraordinario pero con el tiempo regresa a tener el brillo mate original. El segundo caso, es cuando personas sin escrúpulos han pulido de nuevo la obra de arte con la idea de mejorar su presentación y ésta se encuentra adulterada con sus medidas originales reducidas; por último, cuando la pieza es original y fue manufacturada con una piedra que posee un alto peso específico, logrando ésta mantener su brillo por la dureza de la materia prima.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA MUESTRA

DAÑOS POR GOLPE

Durante los últimos 30 años, el autor de este documento ha tenido a la vista millares de unidades en las cuales no ha encontrado un daño sistemático en la misma posición de la pieza. Por el contrario, en cada conjunto nuevo de obras que se estudia, se confirma el buen estado del material. Este detalle pone en duda la función de verdaderas hachas a toda la familia de formas.

LEVE DESGASTE EN EL FILO

Es visible el suave desgaste que se observa en el filo de las piezas, quizá causado por la frotación o contacto constante del filo contra otra superficie. El filo está mínimamente redondeado y ya se ha dicho en este texto que no existen piezas con filo cortante, excepto las piezas falsas en las cuales la maquinaria moderna puede producir filos cortantes que se lastiman rápidamente.

ANÁLISIS DEL PROCESO DE RESTAURACIÓN

El jade y la cloromelanita como material son extremadamente duros pero ambos minerales son frágiles al golpearse con otra superficie dura. Estas características de dureza y fragilidad llevaron a esta familia de formas a requerir sucesivas reparaciones, porque en tiempos prehispánicos no fue lógico desechar piezas con pequeñas lastimaduras en el filo y además algunos tipos de jade son muy difíciles de conseguir, como por ejemplo la jadeíta. Es obvio que cualquier reparación procesada en una pieza de esta naturaleza, pudo haberse hecho en tiempos prehispánicos o actualmente. Casi todas las reparaciones nuevas son evidentes porque a simple vista se ven los rústicos aplanamientos que deja el esmeril moderno de disco plano, en cambio la restauración prehispánica demandó cuatro controles: alteración del filo visto desde la cara esbelta, control de la circunferencia original vista desde la cara ancha, un nuevo ajuste de la medida de longitud perimetral del filo que en este caso tiene que volver a ser un múltiplo del SMLP, y rectificación de la estabilidad que la pieza siempre tiene que tener cuando se apoya en un sector de esfera.

RESTAURACIÓN DEL FILO EN LA CARA ESBELTA

La rectificación más notoria se observa al estudiar el contorno de la cara esbelta, porque el filo deja de estar inscrito en una vésica y pasa a ser reconstruido por medio de dos o más vésicas. Al estudiar este mismo filo visto desde la cara ancha, se confirma la restauración de la talla por medio de una o más circunferencias agregadas a la circunferencia original de la pieza.

RESTAURACIÓN DEL FILO EN CORTE PLANO

Al haber propuesto que casi todas las piezas originales tienen el filo agudo e inscrito en una, dos o tres circunferencias, las obras que se descubren con el filo recto y aplanado pasan a formar parte de un conjunto de piezas que pueden tener dos posibilidades: se quedaron en proceso de restauración y por eso fueron aplanadas, controlando de nuevo el sector de circunferencia para rehacer el filo; o fueron bien recortadas en tiempos prehispánicos para ser usadas como utensilios de trabajo pero con un poco de menos precisión que las piezas de filo agudo.

RESTAURACIÓN QUE ALTERA LA GEOMETRÍA DE LA PIEZA

La perfección geométrica que mantiene todo el material es admirable y esto se logró a través de una escuela de artistas rigurosamente ordenados para diseñar y producir sus piezas. Ya se ha dicho que el conjunto de piezas reconocido con el nombre de dientes, debió ser la forma original o la matriz de diseño más dominante. Esta figura se encuentra en muchas culturas originales, incluso en otros continentes y quizá la mayoría de las piezas reconocidas con el nombre de rectángulos, son producto de una adaptación de la forma o de una restauración antigua que los Mayas hicieron para no perder el material probablemente fracturado por el uso. En este caso el restaurador aprovechó parte de la pieza anterior tipo diente y redujo la forma, disminuyendo la medida perimetral del filo y creando una nueva figura llamada tipo rectángulo. Muchas de estas obras son miniaturas casi perfectas que disimulan el proceso de restauración.

Además existe otro conjunto de piezas ligeramente imperfectas o un poco deformadas que debieron formar parte de un conjunto de obras restauradas por diseñadores prehispánicos, ya que estos utensilios mantienen las medidas del filo con mucha exactitud, pero su contorno a simple vista puede verse un poco deformado.

RESTAURACIÓN DEL TOPE

El tope también fue reparado pero no implicó un trabajo de restauración tan cuidadoso como el observado en los fillos.

REPARACIONES ACTUALES

Estas piezas arqueológicas provienen de campesinos que las han descubierto en actividades agrícolas y en algunos casos ellos mismos las han utilizado como herramientas de trabajo pesado. Con tal suerte, que al necesitar dinero las han llevado a vender a los mercados donde usualmente se consigue este tipo de material. En estos casos, las piezas arqueológicas después de haber sido bellas obras de arte, por falta de conocimiento, pasan a cumplir dos posibles funciones: a veces como pulidores y en otros casos las han utilizado para cortar forzosamente otros materiales más suaves.

RECONSTRUCCIÓN GRÁFICA

Al volver a hacer los dibujos de cada pieza arqueológica de manera similar a como lo hicieron los diseñadores prehispánicos, se reconstruye el proceso de diseño. Ejecutando esta labor la computadora rastrea las imágenes, dibuja las figuras, separa los contornos, aplica la antigua geometría separando los datos por distintos colores y un sinnúmero de actividades que en conjunto reconstruyen virtualmente las piezas dentro de su contexto de diseño. Esto puede ser útil para los arqueólogos que quieran conocer la gran cantidad de material que se tiene actualmente.

¿CUÁL FUE LA FUNCIÓN DE ESTAS FORMAS?

Se ha dicho que estas formas son hachas, cinceles y pulidores, aunque en los últimos años algunos estudiosos verbalmente reconocen dudar de estas tres funciones atribuidas. En esta investigación el número de piezas que se han podido recolectar se ha elevado a más de 500 unidades, cantidad de piezas que ordenadas digitalmente ante los ojos de un diseñador, permiten cuestionar y a la vez enriquecer el conocimiento de cada parte o fracción de estas maravillosas piedras prehispánicas.

A este nivel definitivamente se duda de las funciones antes atribuidas por otros autores de este material y se proponen nuevas hipótesis para comprender mejor toda la familia de formas. Estas piezas fueron utensilios manuales y funcionales, milimétricamente diseñados, que pertenecen a una escuela de escultura muy sofisticada que talló millares de miniaturas con normas de diseño que se repiten frecuentemente, con reglas rígidas de cálculo matemático y con una intensa aplicación de geometría; aplicando la circunferencia como un patrón totalitario de diseño. La palabra geometría es de origen griego y significa medición de la tierra.

¿PULIDORES?

En la década de 1960, se usaban algunas de estas magníficas piedras prehispánicas para restaurar el estuco en fresco de los capiteles corintios de las restauraciones arquitectónicas neoclásicas y también se tallaron molduras de mampostería con mezclas de cal y arena fina en otras actividades similares. Así, las piezas se deformaban y poco a poco perdían su color y geometría original. Todo pulidor como herramienta de frotación se deforma con el uso. La masiva aplicación de geometría a base de círculos en todas las piezas analizadas, imposibilita reconocer a esta familia de formas como verdaderos pulidores porque de haber funcionado así, estas piezas con la constante frotación ejercida sobre otros materiales, habrían perdido su geometría comprobada.

¿HACHAS?

La mayoría de autores que describen y conocen este material han reconocido estas formas de manera genérica como hachas. Para definir la verdadera función de este material arqueológico deben evaluarse las siguientes ideas: 1) no existe a la fecha ningún análisis morfológico realizado ni publicado sobre este material que lo garantice como verdaderas hachas; 2) ya se ha establecido que la mayoría de estas obras presentan el filo y el tope en buen estado, detalle que contradice la posible función de hachas, porque de haber funcionado como verdaderas hachas estas piezas deberían descubrirse

lastimadas o golpeadas; 3) estas piezas mantienen en la longitud de su filo, medidas grabadas en una escalera de dígitos que coinciden con la escalera numeral del SMLP; 4) el 80% de las piezas estudiadas están inscritas dentro de una vésica, detalle constructivo inmensamente complicado de producirse e innecesario para manufacturar una verdadera hacha; 5) ninguna de estas piezas presenta en su volumen concavidades para recibir o sujetar algún elemento o palo donde se debió agarrar el hacha. Tampoco parece lógico aceptar hachas pequeñas como miniaturas para combatir insectos, sabiendo que la mayoría del material es de 3 a 5 cm de largo; 6) en el 33% de las piezas estudiadas se encuentran una ergonomía evidente; 7) al estudiar centenares de piezas producidas con gran esfuerzo de cálculo matemático, geométrico, ergonómico, gráfico y escultórico, resulta ilógico haber producido simples hachas que al primer golpe se debieron romper en pedazos por haberlas esculpido en materiales inadecuados como el jade y la cloromelanita o incluso con piezas talladas en jadeíta; 8) resulta muy difícil pensar que los mesoamericanos no reconocieron el gran valor y la calidad de estas piedras, sabiendo que algunas de ellas hoy en día se clasifican como piedras preciosas; 9) formas iguales a estas hachas esculpidas en otras piedras se han encontrado en diversas culturas prehispánicas de América y desde Costa Rica hasta Chile, se tienen las mismas formas talladas en otros materiales con muy pequeñas variantes, en las cuales se ha comprobado digitalmente la misma morfología que tienen las piezas mesoamericanas.

Las ideas planteadas impiden el reconocimiento de estas piezas como verdaderas hachas, aún cuando se les ha conocido con el mismo nombre en otras culturas originales como China, Europa y África.

¿CINCELES?

La función de cincel ha sido atribuida a estas piezas dado que un conjunto minoritario de estas figuras son delgadas y largas, similares físicamente a los verdaderos cinces metálicos contemporáneos. Estas piezas no presentan huellas de uso ni lastimaduras que confirmen el golpe del martillo y el material por sí mismo es incapaz de resistir impactos. Desde el punto de vista técnico estos materiales de jade y cloromelanita no son resistentes, ésta cualidad sí la tiene el metal y por eso funciona como un verdadero cincel. Por lo tanto, se propone pensar que la función de herramienta para ejercer trabajo de cincel es inaceptable. Además el número de piezas detectado es mínimo. Este material arqueológico es de muy alta calidad y se sabe que en época prehispánica se debieron necesitar millares de cinces para esculpir la inmensa cantidad de obra tallada en piedra que hoy se conoce en todo el continente americano. En la región peruana no se pudo estudiar ninguna pieza paralela o similar a las mesoamericanas.

HIPÓTESIS

El dominio y conocimiento del proceso creativo es materia que corresponde a diseñadores y basado en esta premisa, se proponen nuevos puntos de vista para entender mejor esta familia de formas. En tiempos prehispánicos operaron excelentes dibujantes, calígrafos, pintores, ceramistas, escultores, arquitectos, matemáticos y muchos otros profesionales que trabajaron en equipos integrando diversas disciplinas para resolver sus tareas. La conformación de estos grupos humanos hace que las culturas sean multidisciplinarias y he aquí la importancia de emitir una opinión distinta al área de antropología. Se propone olvidar las hipótesis que han reconocido a estas piezas como herramientas de trabajo pesado y se postulan estas mismas formas como instrumentos para medir y dibujar, sugiriéndose un nuevo nombre que es genérico y que cumple con la función que se ha descubierto en todas las piezas de esta familia de formas. El nombre es *medidor*, ya que todas las piezas estudiadas mantienen como factor común el filo con una medida entre sus dos vértices y medidas de longitud perimetrales moduladas en submúltiplos y múltiplos del SMLP.

MEDIDORES

Se ha observado que estos medidores fueron diseñados con arcos de circunferencias en sus perímetros, de tal manera que al rotar estas piedras, se desplazan medidas de longitud sobre su filo y sobre las dos caras ortogonales. Estos medidores fueron pensados para dimensionar objetos con superficies cónicas, cilíndricas o esféricas como las vasijas de barro cocido y las piedras talladas con formas irregulares. En estos casos, este tipo de medidor rotativo se adapta mejor a una superficie ondulada, a diferencia del metro tradicional que sería antiprático usarlo en el mundo del diseño prehispánico. El resultado final de las mediciones prehispánicas es tan exacto como el producido con el metro. Incluso cuando el filo tiene pequeñas lastimaduras al rotar o desplazar el arco de círculo, su medida de longitud perimetral no se altera por el pequeño faltante. Este mecanismo incipiente funciona en miniatura igual que como trabaja a gran escala el odómetro.

Los mesoamericanos midieron sus obras con mecanismos neolíticos propios de su metodología de diseño. Esta hipótesis lleva a justificar la inmensa cantidad de este tipo de piedras producidas en época prehispánica.

MEDIDORES Y TRANSPORTADORES DE ÁNGULOS

En el filo y en sus perímetros, este conjunto de piezas son medidores de longitud rotativos y por otro lado, estas mismas piedras son capaces de transportar ángulos. Coincidentemente estas piezas en su mayoría son aplanadas, estables y similares a las escuadras de dibujo que se usan actualmente. Según la estadística de este estudio: Un 25% de la muestra analizada fue esculpida con los ángulos de 3°, 8°, 9°, 10°, 12°, 15°, 18°, 20°, 24°, 30°. Lo importante de estos transportadores de ángulos antiguos es la constancia de haber utilizado particiones exactas de la circunferencia.

MEDIDOR, TRANSPORTADOR DE ÁNGULOS Y REGLA

Un grupo realmente minoritario de esta familia de formas se propone como utensilios con la capacidad de desempeñar tres funciones por cada pieza: Medir, transportar ángulos y trazar líneas rectas o arcos de círculo.

MEDIDOR Y PLANTILLA DE CÍRCULOS

Una de las características de diseño más notables en esta familia de formas, consiste en haber hecho coincidir el centro de masa de la pieza con su centro físico. El 7% de las piezas estudiadas mantiene esta notable cualidad que dificulta su cálculo matemático y su producción por la precisión que requiere la talla para mantener este tipo de estabilidad al rotar. Estas piezas pudieron funcionar como medidores y como plantilla de círculos.

CONCLUSIÓN

En todas las piezas estudiadas se ha comprobado que los Mayas fueron grandes geómetras. Conocieron y dominaron la medida del 3.1416 ya que sería imposible hacer millares de piezas, controlando las longitudes del perímetro de arcos y circunferencias, sin haber tenido el conocimiento de este factor matemático.