

# Un corundo del cerro El Tesoro en la Zona Arqueológica de Tula, Hidalgo: presencia de un mineral de alta dureza en un contexto funerario prehispánico

**Ricardo Sánchez Hernández**

Laboratorio de Geología, Subdirección de Laboratorios y Apoyo Académico, INAH

**Enrique G. Fernández Dávila**

Arqueología, Centro INAH Oaxaca

**Jasinto Robles Camacho**

Laboratorio de Arqueometría del Occidente, Centro INAH Michoacán

*Resumen:* Durante las excavaciones del Proyecto Tula 1980-1981 se halló un entierro correspondiente al Clásico terminal (900-1100), localizado en el cerro El Tesoro, dentro de la Zona Arqueológica de Tula, Hidalgo. Asociada al cuerpo se registró una ofrenda con diversos materiales. Entre las piezas líticas encontradas se recuperó un ejemplar de mineral compuesto por un agregado de cristales de color gris. El análisis mediante el microscopio de polarización y por difracción de rayos X reveló que se trataba de corundo, mineral con dureza de 9 en la escala de Mohs. Éste es el primer hallazgo de un ejemplar de ese mineral en un contexto arqueológico funerario prehispánico y el segundo encontrado en un sitio arqueológico mesoamericano, lo cual confirma que los antiguos habitantes de Mesoamérica conocían y utilizaban los minerales con alto grado de dureza en las labores lapidarias.

*Palabras clave:* corundo, ofrenda funeraria, cerro El Tesoro, Tula, Hidalgo.

*Abstract:* The Project Tula 1980-81 uncovered a Terminal Classic (900-1100) burial on El Tesoro Hill within the Archaeological Zone of Tula in the state of Hidalgo, Mexico. An offering containing diverse materials found associated with the body included a mineral fragment composed of several gray crystals. Polarizing microscope analysis and X-ray diffraction revealed the gray sample was corundum, a mineral with hardness 9 on the Mohs scale. This is the first discovery of a specimen of this mineral in a pre-Hispanic funerary context and the second example found at a Mesoamerican archaeological site, which confirms that the ancient people of Mesoamerica were aware of and used hard minerals to produce prestige lapidary items.

*Keywords:* corundum, funerary offering, Cerro El Tesoro, Tula, Hidalgo.

En la actualidad, las piedras preciosas más preciadas son el *diamante* (dureza 10 en la escala de Mohs); el *corundo*, en sus variedades *rubí* y *zafiro* (dureza 9) el *topacio* (dureza 8) y el *berilo*, en sus variedades *esmeralda* y *aguamarina* (dureza 7.5-8). En la antigüedad, el valor de las piedras podía variar de una cultura a otra y su importancia no dependía solamente de su rareza y su aplicación práctica, sino del simbolismo establecido respecto de sus características físicas, principalmente el color y la dureza. A lo largo de la historia, en todas las culturas se les ha atribuido significados religiosos, mágicos o propiedades curativas a las piedras con características especiales. Las fuentes escritas ayudan a tener una mejor idea de los significados atribuidos por los diferentes pueblos a las piedras, ya que una pieza de determinado color pudo haber tenido un simbolismo diferente según el grupo cultural que la utilizaba (Rapp, 2002; Reiche y Chalmin, 2014). Las culturas mesoamericanas precolombinas preferían las rocas y minerales de color verde y azul, como el jade, la serpentinita, la cloritita, la turquesa y la amazonita, entre otras; tales fueron

aprovechadas para elaborar piezas con características especiales utilizadas en actividades religiosas o como bienes suntuarios para legitimar el prestigio de los grupos dominantes. El uso de los minerales de alta dureza como materiales abrasivos en las labores lapidarias de corte o desbaste de rocas y minerales durante la etapa prehispánica en Mesoamérica, es un tema que ha sido tratado por varios autores.

Los toltecas aprovecharon materiales como el travertino (Castillo Tejero, 1970), la turquesa, la pirita, la jadeíta, entre otros, para la elaboración de piezas lapidarias, de los cuales se han encontrado numerosos ejemplares en las excavaciones practicadas en la Zona Arqueológica de Tula. Sin embargo, poco se sabe del hallazgo en contextos arqueológicos funerarios de minerales de alta dureza que pudieran haber sido utilizados en el trabajo lapidario como abrasivos para corte y desbaste. En el caso del ejemplar de corundo encontrado en el cerro El Tesoro y asociado al entierro 29, se considera que es posible deducir su uso a partir de los datos y elementos materiales del contexto arqueológico.

## Antecedentes

Por la obra de fray Bernardino de Sahagún, *Historia general de las cosas de Nueva España*, se sabe que los toltecas eran reconocidos como gente de gran conocimiento, habilidad y perfección en todos los oficios mecánicos, como la lapidaria, así como buenos prospectores y mineros de piedras preciosas y metales. Refiriéndose específicamente a los trabajos de lapidaria de los toltecas, Sahagún dice:

Primeramente los toltecas, que en romance se pueden llamar oficiales primos, según se dice [...] vivieron primero muchos años en el pueblo Tullantzinco [...] y de allí fueron a poblar a la ribera de un río junto al pueblo de Xicotlán, el cual ahora tiene nombre de Tulla [...] Hállanse [...] hoy en día cosas suyas primamente hechas [...] por su gran conocimiento hallaron y descubrieron las piedras preciosas y las usaron ellos primeros, como son las esmeraldas y turquesa fina y piedra azul fina y todo género de piedras preciosas. Y fue tan grande el conocimiento que tuvieron de las piedras [...] con su ingenio descubrieron y alcanzaron a sacar y descubrir las dichas piedras preciosas, y sus calidades y virtudes, y lo mismo las minas de plata, y oro, y de metales de cobre y plomo, y oropel natural, y estaño, y otros metales, que todo lo sacaron y labraron, y dejaron señales y memoria de ello. Y lo mismo el ámbar y el cristal, y las piedras llamadas amatistas, y perlas, y todo género de ellas, y todas las demás que traían por joyas, y de algunas de ellas su beneficio y uso está olvidado y perdido (Sahagún, 2006: 578-580).

Las descripciones que Sahagún (2006) hizo de las rocas y los minerales usados en tiempos anteriores a la Conquista española, se basaron en lo que sus informantes indígenas del centro de México le transmitieron; en algunos casos, él les asignó el nombre del mineral o la roca más parecido a los conocidos entonces en Europa. Así, por ejemplo, se sabe que lo que denominó “esmeralda” corresponde en realidad al jade de color verde esmeralda; también es evidente que cuando no conocía el equivalente europeo de un material, simplemente registraba el nombre en náhuatl como: *quetzalchalchihuitl*, *quetzalitzli*, *tlilayótic*, *iztacchalchihuitl*, *mixtecatetl*, *toltecaitzli*, *matlalitzli*, etcétera. En ciertos casos, las características físicas de los materiales líticos que menciona no permiten determinar con certeza de qué minerales o rocas se trataba, sobre todo en el caso de las piedras verdes. Sobre la existencia del esmeril, los rubíes y en general los materiales abrasivos usados por los lapidarios mesoamericanos, Sahagún dice: “El esmeril hazese en las provincias de Anauac y Tototépec, son unas pedrezuelas pequeñuelas; unas son coloradas, otras azules, otras pardas y traídas acá a estas partes las com-

pran los lapidarios y las muelen, y la arena que de ella sale es el esmeril con que labran y pulen las piedras preciosas” (2006: 675). Sobre el corundo, variedad rubí, menciona que “hay otro género de piedras que se llaman *tlapalteoxihuitl*, que quiere decir turquesa fina colorada, y creo que son rubíes de esta tierra; son raras y preciosas” (2006: 671); la presencia de este mineral en un contexto arqueológico se confirmó en 2009, con el hallazgo de un ejemplar pequeño de rubí recuperado en depósitos correspondientes a la fase Tzacualli (50-150 d.n.e.) en el Conjunto 1 de la Ciudadela, en Teotihuacán (Gazzola *et al.*, 2010).

Es importante recordar que con la Conquista española se terminó la explotación, trabajo, comercio y uso de las piedras verdes y azules, que eran de capital importancia para las culturas prehispánicas mesoamericanas y a partir de entonces se privilegió la búsqueda y explotación de metales preciosos, como el oro (*teocuitlatl*) y la plata (*iztactecocuitlatl*). La información que lograron recopilar fray Bernardino de Sahagún (2006), Francisco Hernández (1959) y otros autores, es todo lo que se conoce sobre la ubicación de los yacimientos, las formas de explotación y la tecnología del trabajo lapidario.

A mediados del siglo xx, el geólogo norteamericano William Foshag (1957) hizo el estudio mineralógico de importantes colecciones de lapidaria arqueológica del Instituto de Antropología e Historia de Guatemala, y determinó que en la Colección Robles había tres pedazos irregulares de aguamarina, que es la variedad azul, verde-azul y verde claro del mineral berilo (dureza 7.5-8), los cuales habían sido recuperados de una tumba cercana a Salcajá, Quetzaltenango; no obstante este hallazgo, él consideró que materiales como el corundo y el esmeril probablemente habían sido desconocidos para los lapidarios prehispánicos mesoamericanos. Aunque el trabajo de Foshag fue pionero en cuanto al estudio científico de las piezas arqueológicas elaboradas en piedras verdes, su opinión sobre el conocimiento y uso de los minerales de alta dureza por parte de los lapidarios precolombinos no fue acertada, como lo prueban los hallazgos de ejemplares de corundo en los sitios arqueológicos de Tula y Teotihuacán.

El uso de minerales de alta dureza en la Mesoamérica precolombina fue propuesto por Langenscheidt (2006, 2007) con base en la calidad del trabajo lapidario prehispánico tallado en materiales que él denominó “chalchihuites duros”, y planteó que necesariamente debían haberse usado minerales de alta dureza, como esmeril (dureza 7-9), topacio (dureza 8), crisoberilo (dureza 8.5), corundo (dureza 9) e inclusive diamante (dureza 10), entre otros, aunque él nunca contó con pruebas físicas que validaran su propuesta.

De igual manera, Sax *et al.* (2008) presentaron los resultados de un estudio tendiente a determinar la

autenticidad de dos “cráneos de cristal”, supuestamente precolombinos, que forman parte de las colecciones del Museo Británico y del Instituto Smithsonian. Para este fin usaron como pieza arqueológica de referencia la copa de cuarzo encontrada en la Tumba 7 de Monte Albán (actualmente en el Museo de las Culturas, Centro INAH-Oaxaca) a efecto de comparar las marcas de los materiales abrasivos utilizados en las tres piezas, y a partir de la comparación de las huellas encontradas en la copa y las que ellos obtuvieron experimentalmente en muestras de cristal de roca, concluyeron que en la elaboración de dicha copa debieron haberse utilizado abrasivos más duros que el cuarzo, posiblemente granate variedad almandina (dureza 7-7.5) o esmeril/corundo (dureza 9).

Aunque en varias de las referencias aquí citadas se asume que en tiempos prehispánicos los lapidarios mesoamericanos conocieron y utilizaron minerales de alta dureza, hasta muy recientemente no habían sido encontradas las evidencias físicas de esos materiales en un contexto arqueológico funerario, asociado a los restos de quien probablemente fue un personaje de alto rango o un importante artesano lapidario.

## La Tumba 1-1980, el entierro 29 y los contextos asociados

De acuerdo con diferentes autores (Cobean *et al.*, 1981; Cobean, 1982, 1990; Gómez y Fernández, 1990: 19-22), es posible afirmar que para Tula Xicotitlán, durante las fases cronológicas Corral (750-900 d.n.e.) y Tollan (900-1100 d.n.e.) sucedió el mayor auge sociopolítico y económico de la ciudad, y son tiempos coincidentes con los datos con que se identificó al elemento funerario denominado entierro 29, inhumado en la Tumba 1, excavada en 1980 (en adelante T1-80).

La entidad funeraria en cuestión y motivo de este trabajo se ubica en el acceso del Museo de Sitio Jorge R. Acosta, de la Zona Arqueológica de Tula; específicamente, se encuentra en la convergencia de los cuadros 8-9 E con el eje 3-A N, correspondiente al Mapa arqueológico y topográfico de Tula, Hgo. (Yauden, 1974). En su estudio, Juan Yadeun la denominó área 1 (A1) y consideró que le corresponde ser “la de mayor densidad de construcciones y materiales arqueológicos registrados desde la perspectiva del análisis de superficie” (Yadeun, 1974: 54-59). Así, el lugar escogido para la edificación del museo quedó ubicado en el subsector A10, en el límite donde termina la mayor densidad de materiales arqueológicos y que “ocupa una extensión de 5.26 km<sup>2</sup> que equivalen al 49.81% del total del Conjunto A y posee 89 montículos (todos ellos menores de 2.5 m de altura) que conforman tan sólo el 8.89% del total del Conjunto A y donde uno solo sobrepasa esta altura” (Yauden, 1974: 58). Desde la perspectiva

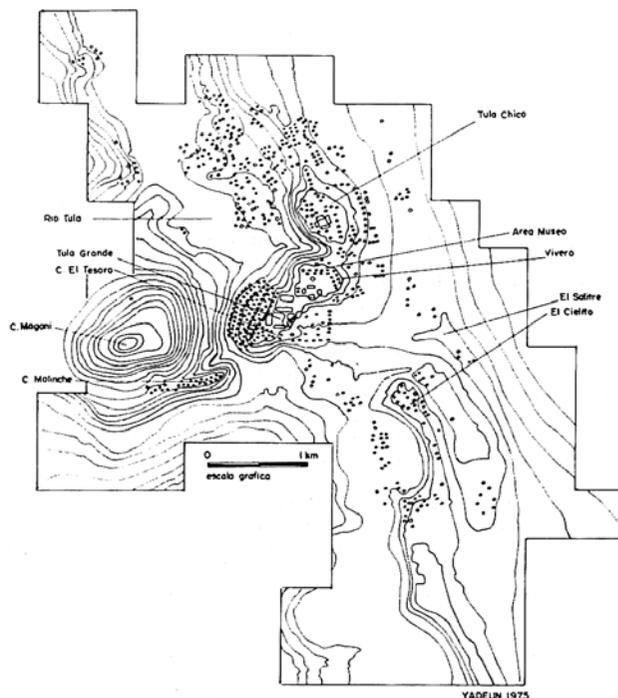


Fig. 1 Plano de la Zona Arqueológica de Tula, Hidalgo. Fuente: tomado de Yadeun (1974) digitalizado por Ana Osante.

de su estudio, ese investigador definió al subconjunto A10 (figura 1) como “una zona de agricultura, con núcleos de habitación dispersos de los que no ha quedado mucha evidencia, quizá porque las viviendas fueron construidas con materiales perecederos”<sup>1</sup> (Yauden, 1974: 59).

Las ofrendas e inhumaciones hechas en altares sólo se han reportado en algunos lugares en Tula.<sup>2</sup> Un ejemplo de ello son las localizadas en el interior del adoratorio ubicado 14 m al oriente de la pirámide de El Corral; aquél es un altar de 64 cm de altura y con una planta cuadrangular, de 64 m<sup>2</sup> de superficie y con accesos biescalonados al poniente, hacia el frente del edificio, rematados con alfardas, dados y finas capas de estuco rojizo. Se le asocian ofrendas de cerámica de los tipos plumbate, vasijas coyotlatelco, blanco mate, líneas ondulantes, mazapa, baño negro sobre café, sahumeros e incensarios, así como pipas y una lápida con un bajorrelieve que representa parcialmente a la diosa *iztpapálotl* (Acosta, 1974: 45-49).

1 Sin duda, el autor aquí se refiere a la acumulación de detritus y materiales que pueden formar un montículo o breve túmulo que, una vez afectados por la práctica agrícola y la propia erosión, dejan en la superficie evidencias mínimas sólo observables por un ojo entrenado.

2 Por ejemplo, en el Altar Norte, junto a la escalinata de El Corral; en el Adoratorio (o “patio abierto”) de la pirámide de El Corral; en el Adoratorio del cerro de la Malinche (Montículo 2); en los cuartos adjuntos al área vestibular sur del patio hundido o Pozo 14; en el altar del área vestibular poniente del patio hundido o Pozo 14, al sur de la tumba 1 (descrita aquí), todos ellos en la Zona Arqueológica de Tula.

En ese adoratorio frente a la pirámide de El Corral, Romero (1974: 50) reporta hasta 10 enterramientos asociados: cuatro de ellos infantiles con deformación tabular erecta, dos juveniles secundarios y otros dos conjuntos secundarios. Allí mismo se halló un ejemplo similar de ofrendas propiciatorias: la del altar anexo a la pirámide de El Corral, donde se encontraron vasijas de importación e individuos sacrificados, desmembrados y asociados a la célebre vasija plumbate que porta un yelmo de coyote revestida de placas de concha nácar.<sup>3</sup>

En el área del Museo, tomando como centro de atención el breve patio hundido que las investigaciones precedentes identifican como el suburbio perimetral al noreste de la Plaza Principal, ubicada en el límite de la plataforma general de la zona del cerro El Tesoro, lugar coincidente con uno de los accesos a la antigua Tollan Xicocotitlán (hoy día es el punto de entrada a la zona arqueológica),<sup>4</sup> convergen varios espacios que actúan en asociación con el elemento funerario que se describirá más adelante. A esa zona se asocian tanto áreas de culto como habitacionales, que a manera de barrios cumplían con actividades de orden productivo y de especialización artesanal, además de participar en las tareas de distribución de productos. A esos espacios se les puede relacionar con la producción de textiles —por ejemplo, los conjuntos habitacionales conocidos como Pozo 32 y sus extensiones, en su momento explorados por Sansores (1982)—, con la producción de artefactos de obsidiana (Fernández Dávila, 1986 y 1994) y también vinculados con el comercio (Fernández Vieyra, 1983); además, fungían como un área de inhumación ritual, dada la asociación de enterramientos ahí depositados durante las dos fases mencionadas (Gómez *et al.*, 1994).

Una característica distintiva del espacio explorado por la arqueóloga Alicia de Urquijo (1982) e identificado como Pozo 14, es el patio rectangular hundido en el que se localizan dos pequeños *momoxtles* o altares asimétricos sobre el mismo piso de estuco; tales están decorados con tepalcatería diversa en sus costados. Ese patio, orientado 17° al norponiente, origina accesos a los cuatro rumbos por medio de dos escalonamientos rematados por alfardas y dados en sus

extremos, generando entre ellos espacios vacíos en las esquinas de encuentro.

Al ascender desde el patio a cualquiera de los cuatro rumbos, el espacio se resuelve en plataformas que, a manera de vestíbulos, dan acceso a conjuntos de función mixta: habitación, enterramiento y producción. La peculiaridad de cada uno de esos vestíbulos es la superposición constructiva, que define dos fases de ocupación en contextos tanto de ofrendas como de inhumaciones humanas, las cuales, dado el tratamiento otorgado, es de orden ritual, propiciatorio. Más allá de su calidad constructiva, diseño, uso o función, ese espacio se ha considerado como la confluencia y punto de integración común de al menos tres de los cuatro barrios ahí presentes, ya que en todas sus orientaciones se hallan áreas vestibulares con ofrendas y enterramientos (figura 2).

Desde allí, el sector oriente, someramente explorado por Arturo Fernández Vieyra (1983), se desarrolla en una ladera suave de 70 m de longitud hasta el pie de la loma del Sector A; a partir de las exploraciones practicadas en ese sitio se definió un conjunto habitacional, que cuenta con la misma distribución de cuartos, con altares familiares intercalados del barrio de las fases Corral y Tollan; destaca el hallazgo de una lápida con un bajorrelieve en el de que se representa al dios Yacatecuhtli, identificado por los atributos que presenta en su talla y de acuerdo con Seler (1980: 134-135), con Díaz y Rodgers (1993: 23) y con Sahagún (2006).

Las mayores concentraciones de talleres en Tula se ubican fuera y en el límite oriente de la plataforma general del gran túmulo constructivo que es el cerro El Tesoro,<sup>5</sup> desde el sector conocido como El Salitre hasta el sector denominado Vivero. Es posible que desde ese punto accediesen quienes transportaban bienes de consumo desde la sierra de las Navajas, en Pachuquilla, Hidalgo, y los procedentes del valle del Mezquital, la Huasteca y Pánuco, así como los mismos mercaderes agrícolas del valle de Teotlalpan, hacia donde está orientado este recinto, es decir, aquél constituyó un punto de ingreso de productos foráneos a la ciudad.

En el sector sur, explorado por Patricia Castillo (1982), se hallaron bajo sus pisos los entierros 28, 40, 50 c-f, y 53 de la fase Tollan, y los número 27, 27' y 51 de la fase Corral.<sup>6</sup> Al centro del vestíbulo sur se localizó un área de inhumación ceremonial contenida en cuatro grandes lajas hincadas verticalmente que la limitaban a manera de una caja de reliquias y que contenía un conjunto de ofrendas, entre las que destaca un vaso de manufactura maya de fino barro naranja, el cual presenta

3 Acosta (1956: 57-102) reporta que no ha sido localizado el panteón de la ciudad, "pero hemos localizado algunos en El Corral, tres diferentes tipos; primarios en posición fetal, los secundarios y los incinerados".

4 Identificamos este lugar como una de las áreas de acceso a la antigua ciudad precolombina y nuestro punto de partida es el llamado Pozo 14, cuyo patio hundido es visible hoy en la entrada del museo. Los estudios precedentes aquí citados ya advertían el carácter habitacional, de producción y ceremonial; es decir, su condición de contextos mixtos de acuerdo con su función habitacional y productiva, y a partir de esos presupuestos se estableció la jerarquía de los barrios que rodean dicho patio, dada la presencia de los materiales arqueológicos de superficie y la alta densidad de tales. Al paso de los años, esto abre nuevamente la discusión acerca de utilizar esos espacios para la construcción de infraestructura de cualquier tipo.

5 Homónimo con el que se denomina a otro gran emplazamiento arqueológico cercano en la población de Tepeji del Río, de acuerdo con Mastache y Crespo (1974: 71-104).

6 Para mayor referencia y datos específicos de los enterramientos asociados, consúltense a Gómez *et al.* (1994).

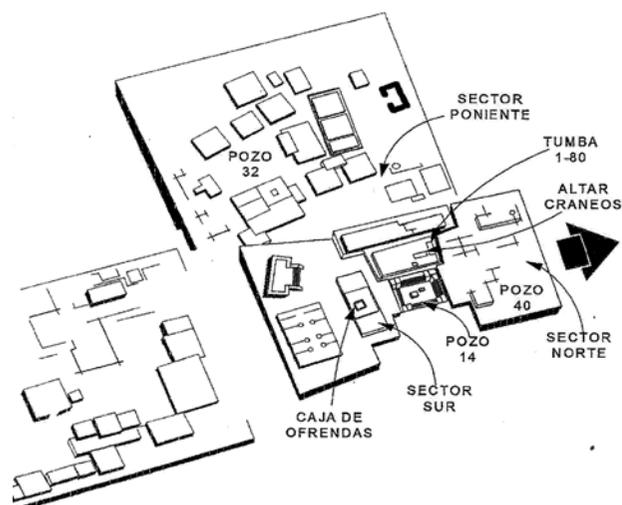


Fig. 2 Croquis de la distribución de estructuras en el área del museo de Tula, Hidalgo. Fuente: Proyecto Tula, digitalizado por Ana Osante.



Fig. 3 Vaso maya, caja de ofrendas del sector sur, área del museo de Tula, Hidalgo. Fotografía: Enrique Fernández.

un doble recuadro con alusión al rito de la agricultura y el maíz (figura 3), es decir la fertilidad ritual.

Uno de los recintos debió estar columnado y rodeado de aposentos secundarios en una superficie de aproximadamente 200 m<sup>2</sup>, al que se asocian los enterramientos números 2, 3, 4 (a-b-c y 7 de la fase Tollan, así como los 1 a-b-c, 3, 5, de la fase Corral. A su lado debió estar edificado un templo de un metro de altura con escalinata de cuatro peldaños y rematado con alfardas en dado y talud. Detrás de éste, a escasos

metros, se hallaron los enterramientos 66, 67, 68, 69 y 70, también de la fase Corral.

En este grupo se consideran dos temporalidades, las fases Corral y Tollan, dados los enterramientos de las unidades 27, 27' y 28 y sus ofrendas asociadas (Gómez y Fernández 1990: 54-63). Más al sur de ese conjunto se desarrolló un amplio y complejo conjunto habitacional en el que, a la vez, se hacían artefactos de obsidiana especializados, es decir, tenía una función mixta. Su nivel de producción se estimó cercano a los 40 000 artefactos manufacturados durante la fase tardía, los fechamientos por carbono 14 fijan en 1211+/-32 para Tollan tardío y 929+/-49 para Tollan temprano, dentro de los límites del conjunto explorado (Fernández Dávila, 1986 y 1994: 54).

Desde el sector norte, el patio hundido o Pozo 14 da acceso también a otra área vestibular con cuartos asociados en dos superposiciones de pisos estucados que cubrieron bajo ellos los enterramientos 8, 11, 12, 13 a-b, 14, 16, 17 y 18, todos de la fase Corral y concentrados en un área explorada de apenas 120 m<sup>2</sup>. Todo el depósito mortuorio se encontró cubierto con dos capas de rellenos de escombros finos sellados por dos sucesivos pisos estucados y los restos de algunos muros correspondientes al edificio funerario.

En el sector poniente, el patio nos dirige hacia una plataforma rectangular estucada que contiene ofrendas de cráneos de infantes decapitados frente a un altar, por encima de la tumba del entierro 29. La inhumación de esos elementos fue cubierta por medio de dos rellenos inducidos recubiertos por dos sólidos pisos estucados, uno de los cuales fue parte del techo de la tumba en cuestión. Es notorio que el entierro 29 de la Tumba 1-80 fue depositado entre cuatro paredes de sillarejos de mampostería labrados en una cara y enlucidos con una delgada capa de estuco, es decir, dentro de una tumba de mampostería hecha *ex professo*. El doble piso de estuco y su firme son el sello y el techo o cubierta de la tumba, situación constructiva notoria dada la ausencia de elementos de inhumación similares reportados en la literatura arqueológica precedente en Tula, tanto como el hecho de que, a la fecha, no se ha encontrado en Tula un elemento funerario similar a la Tumba 1-80.

Sobre el piso superior se colocó un altar rectangular hecho con arcilla y piedras, con un tablero y talud perimetral sobre el que se modeló un pequeño tablero con artesonado remetido, todo ello enlucido a la cal y pintado en rojo y blanco para acentuar el contraste. La ofrenda de este adoratorio es notable, contenía una vasija plumbate zoomorfa rota (figura 4) y debajo del piso de sustento, ocho vasijas con tapa que en su interior guardaban los cráneos decapitados de un joven y tres infantes dentro de platos del tipo Jara Naranja con tapa (figura 5).



Fig. 4 Vasija Plumbate, altar Tumba 1-80. Fotografía: Enrique Fernández.

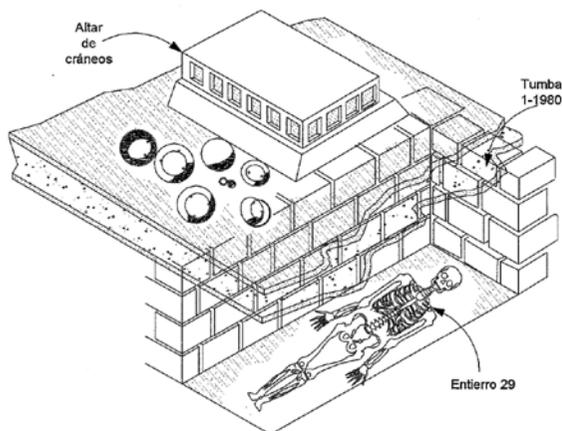


Fig. 5 Altar de cráneos y entierro 29, Tumba 1-80, Tula. Reconstrucción interpretativa de Enrique Fernández y Ana Osante (2015).

Construido con sillares aparejados con toba (cantera blanca), el rectángulo que forma la tumba mide 1.90 m con una altura de 0.70 m, y las cuatro paredes fueron ligeramente enlucidas con un aplanado a la cal con ligeros tonos rojizos. El piso de la tumba presentaba un sólido apisonado de tierra fina con arena, mismo que nivelaba esa superficie por encima de la roca madre. El esqueleto del individuo ahí depositado en decúbito dorsal extendido era el de un adulto medio de entre 30 y 35 años de edad, de sexo masculino, medianamente conservado; su posición (*in situ*) junto con su tumba se orientan en el eje cráneo-pies con 270° acimutales, hacia el oriente franco.

Los objetos ofrendados fueron tres vasijas del tipo Jara Naranja (dos platos) y un vaso con tapa Jara Anaranjado pulido, así como una ollita fitomorfa Plumbate

Tohil, que al igual que la depositada rota o matada sobre el altar de cráneos, coincide con el tipo cerámico Tohil Plumbate, de acuerdo con Shepard (1948), Coe (1962: 188-192), Cobean (2007: 68), Cobean *et al.* (1981), y Neff (2004), entre otros.<sup>7</sup>

Los platos (figura 6) se acompañaron con un bivalvo de *Pinctada mazatlanica*, fragmentos de concha nácar y de la armadura de un miembro de la familia *Chitonidea*, todo ello al lado de su pierna y pie izquierdo. Sobre el pecho del señor ahí enterrado se localizaron 86 piezas individuales de carapacho de armadillo (*Dasyus novemcinctus*), que podrían haber formado parte de un pectoral; además se hallaron cuentas circulares de concha; un botón de concha nácar; tres piezas dentales del tiburón conocido como *lemon shark*,<sup>8</sup> dos puntas de proyectil de obsidiana negra (bifaciales cuya materia prima al parecer procede de Zacualtipán, Hidalgo); cuentas cilíndricas de jadeíta, travertino y fragmentos varios de láminas pétreas (teselas) de colores rojo, verde y azul; dos núcleos cilíndricos agotados de navajas prismáticas cuya materia prima probablemente haya procedido del yacimiento de la Cruz del Milagro, Hidalgo; tres canicas de barro y la cabeza de una figurilla antropomorfa con tocado y pigmentos rojo y amarillo en tocado y cara. Bajo el torso del personaje fue encontrado el ejemplar mineral identificado como corundo (figura 7), el cual estaba asociado a otros materiales que se describirán más adelante.

Por otra parte, en el Pozo 32, excavado en una de las unidades domésticas del sector poniente (figura 2), se localizó, como ofrenda correspondiente al momento constructivo, una pequeña máscara de cristal de roca, cuya dureza de 7 en la escala de Mohs es un ejemplo del tipo de objetos que pudieron requerir del corundo en su manufacturación, ya que por la alta dureza (9 Mohs) habría facilitado el trabajo lapidario de ese mineral.

## Materiales líticos asociados al corundo

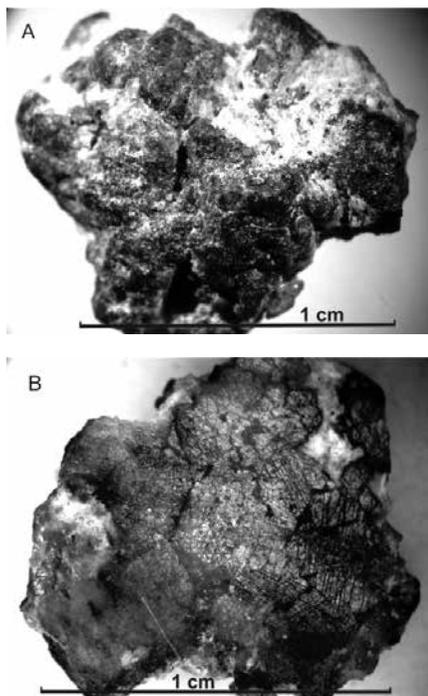
La ofrenda mortuoria del entierro 29 de la T1-80 estaba constituida por diferentes tipos de materiales que denotan la jerarquía o la especialidad a la que estuvo dedicado el personaje inhumado. Además de las ya mencionadas, otras piezas de lapidaria y lítica utilitaria que formaban parte de la ofrenda estaban directamente asociadas con el ejemplar de corundo (figura 7); tales son: 1) dos fragmentos de objetos elaborados en jadeitita (figura 8), a saber, una cuenta semitubular de color verde esmeralda y parte del borde de una pieza cilíndrica de color gris verdoso; 2) fragmentos de

7 Esta cerámica es un marcador de la fase Tollan y se ha propuesto que pudo ser incluso fabricada por los toltecas para comercio en el Soconusco chiapaneco. Algunas de las piezas son fitomorfas, como es el caso, o zoomorfas, como la del altar de tierra asociado a esta tumba (Gómez y Fernández, 1994: 88).

8 *Negaprion brevirostris* sp. de la familia *Carcharhinidae*.

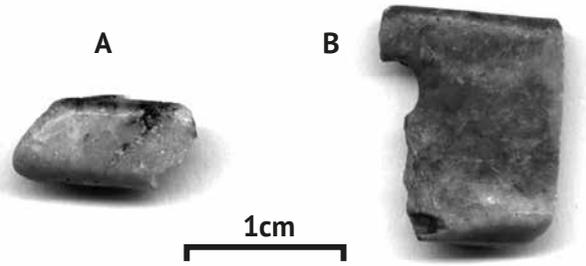


**Fig. 6** Detalle de la ofrenda del entierro 29, T1-80. Fotografía: Enrique Fernández.

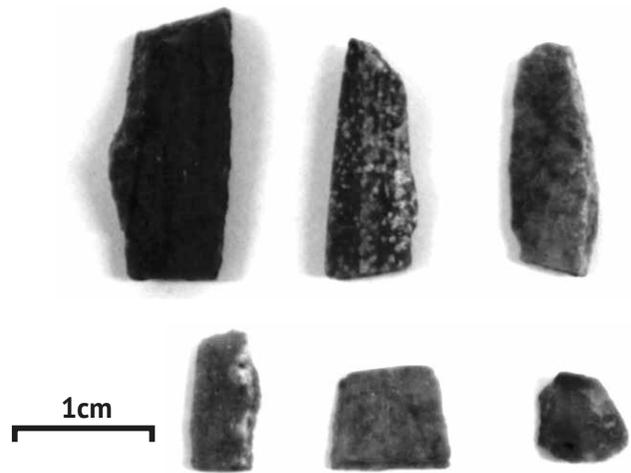


**Fig. 7** Vista ampliada del ejemplar de corundo. Fuente: Ricardo Sánchez Hernández y Jasinto Robles Camacho.

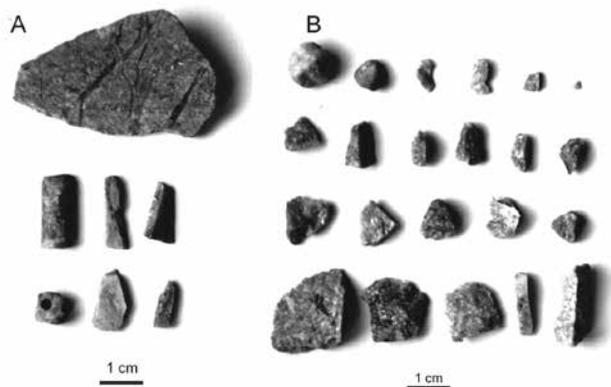
toba y andesita cloritizadas (figura 9) de color verde en diferentes tonalidades y con huellas de trabajo; 3) fragmentos de listwanita (figura 10) con y sin huellas de trabajo; 4) fragmentos de prehnita (figura 11) con y sin huellas de trabajo; 5) teselas de pirita (figura 12) con capas superficiales de oxidación; 6) lascas de rocas silíceas (figura 13) como probables herramientas y fuentes de abrasivo; 7) un objeto elaborado en argilita (figura 14-A) de color rosado; 8) un fragmento de cuarzo con malaquita y azurita (figura 14-B), como posible fuente de cobre; 9) un canto rodado y un fragmento irregular de roca volcánica (figura 14-C), y 10) un fragmento de probable escoria de fundición (figura 14-D), que podría ser una evidencia de la práctica de trabajos de orfebrería en Tula.



**Fig. 8** Piezas de jade: A) fragmento de cuenta en jade verde esmeralda; B) fragmento de objeto en jade gris verdoso. Fuente: Ricardo Sánchez Hernández y Jasinto Robles Camacho.



**Fig. 9** Fragmentos de rocas volcánicas cloritizadas, con evidencias de trabajo. Fuente: Ricardo Sánchez Hernández y Jasinto Robles Camacho.



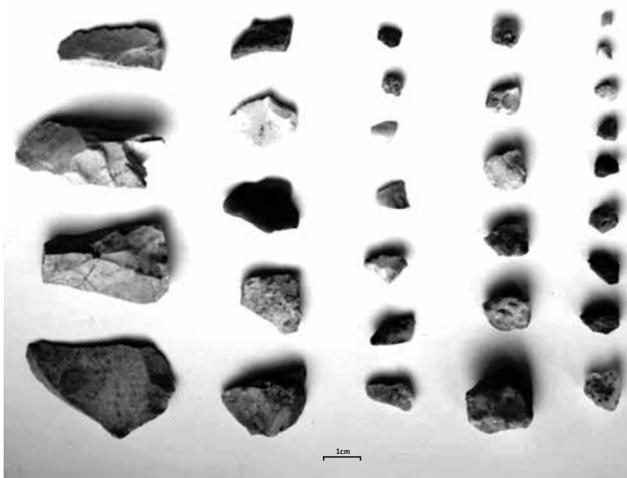
**Fig. 10** Piezas de listwanita, A) trabajadas y B) sin trabajar (preformas y material en bruto). Fuente: Ricardo Sánchez Hernández y Jasinto Robles Camacho.



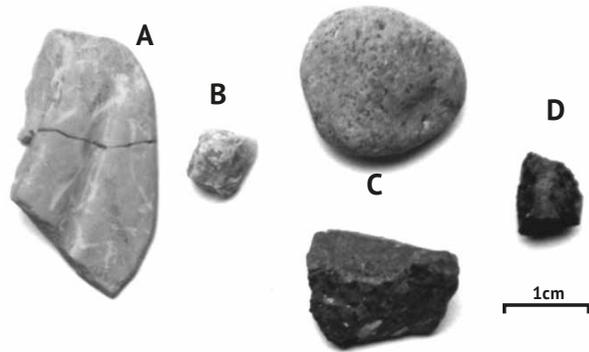
**Fig. 11** Ejemplares de prehnita, trabajados y sin trabajar.  
Fuente: Ricardo Sánchez Hernández y Jasinto Robles Camacho.



**Fig. 12** Teselas de pirita con pátina de alteración.  
Fuente: Ricardo Sánchez Hernández y Jasinto Robles Camacho.



**Fig. 13** Fragmentos de rocas silíceas y rocas silicificadas. Posibles herramientas y materia prima para producir abrasivo.  
Fuente: Ricardo Sánchez Hernández y Jasinto Robles Camacho.



**Fig. 14** A) Pieza de argilita; B) cuarzo con malaquita y azurita; C) grava y fragmento de roca volcánica; D) posible escoria.  
Fuente: Ricardo Sánchez Hernández y Jasinto Robles Camacho.

### Identificación del ejemplar mineral

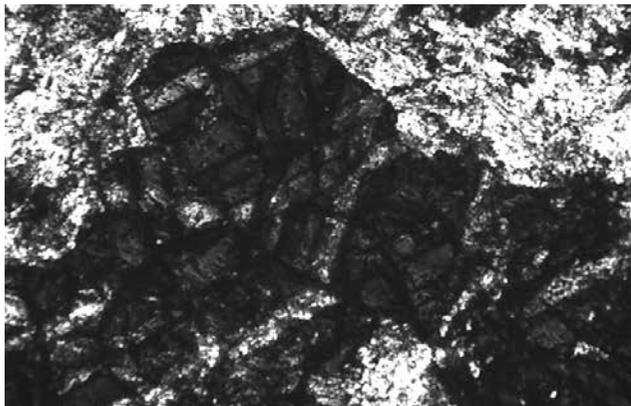
El ejemplar de corundo encontrado en la T1-80 durante las excavaciones del Proyecto Tula 1980-81, mide aproximadamente 1.3 cm de largo, 1.1 cm de ancho y 0.4 cm de alto (figura 7). Consiste en un agregado de cristales de color gris, euhedrales prismáticos, transparentes a translúcidos, con lustre vítreo, tenaces, con partición muy marcada y dureza de 9 en la escala de Mohs. Asociado al corundo hay un mineral de color blanco, grano fino, opaco y de baja dureza.

### Análisis al microscopio petrográfico

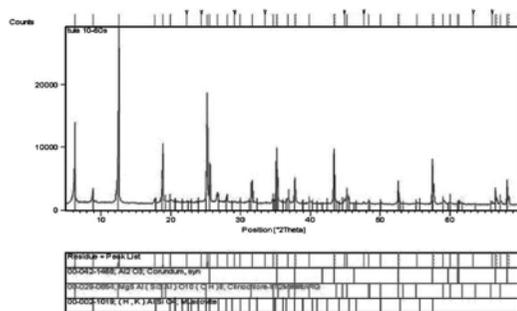
El estudio del ejemplar de corundo se practicó, al principio, mediante el microscopio de polarización, para lo cual se preparó una sección delgada de 30 micras de espesor requerida para el análisis. Con base en sus propiedades ópticas mineralógicas más destacadas y distintivas, como son relieve muy alto, baja birrefringencia (0.008-0.009), figura uniaxial negativa, partición romboedrales y maclado laminar (figura 15), se determinó que se trataba de corundo, sin embargo, dada la importancia del hallazgo se consideró conveniente recurrir a otra técnica analítica para confirmar la identidad del material. El mineral de alta birrefringencia que está directamente asociado a los cristales de corundo es mica del tipo muscovita, como se observa en la imagen de la sección delgada (figura 15).

### Análisis por difracción de rayos X

Como análisis complementario aplicado para certificar la naturaleza mineralógica del ejemplar de estudio se recurrió a la técnica de difracción de rayos X, mediante la cual se confirmó plenamente la identidad del corundo (figura 16) y de los otros componentes minerales presentes en pequeña proporción: muscovita, del grupo de la mica, y clinocloro, del grupo de las cloritas.



**Fig. 15** Vista al microscopio petrográfico de los cristales de corundo y la mica muscovita asociada. Fuente: Ricardo Sánchez Hernández y Jasinto Robles Camacho.



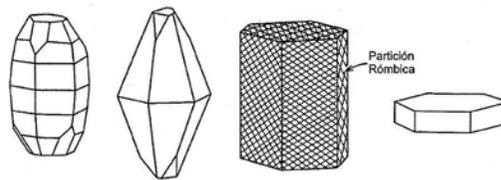
**Fig. 16** Patrón de difracción de rayos X correspondiente al corundo y al clinoclino y la muscovita asociados. Fuente: Ricardo Sánchez Hernández y Jasinto Robles Camacho.

El análisis se efectuó en el Laboratorio de Rayos X del Instituto de Investigaciones Metalúrgicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. El equipo utilizado fue un difractor marca Siemens, modelo D-5000. El rango  $2\theta$  considerado fue de  $2^\circ$  a  $70^\circ$ , con corriente controlada de 20 Kv y 20 mA, y la velocidad de barrido fue de  $2^\circ$  por minuto.

## Características mineralógicas generales del corundo

El corundo, también llamado corindón, es un óxido de aluminio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), que cristaliza en el sistema hexagonal. Comúnmente se presenta en cristales alargados de seis lados que se ensanchan en su parte media, adquiriendo forma de barril con terminaciones planas; también puede encontrarse como bipirámides hexagonales y ocasionalmente en cristales tabulares hexagonales delgados (figura 17); a menudo también se presenta en masas de grano grueso o de grano fino.

Se presenta en una gama amplia de colores, en cristales que frecuentemente muestran una distribución del color en zonas, cuyo origen es explicado por diferentes causas físicas. El corundo por lo general es de



**Fig. 17** Hábito cristalino típico del corundo. Fuente: tomado de Vanders y Kerr (1967).

color gris oscuro, gris azulado o café. El abrasivo de color negro llamado *esmeril* es una mezcla de grano fino de corundo y magnetita o hematita. La variedad de color azul es llamada *zafiro* y debe su color a la presencia de impurezas de hierro ( $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ) y titanio ( $\text{Ti}^{3+}$ ,  $\text{Ti}^{4+}$ ), que pueden ser transferidos dentro de la molécula por la acción de electrones ( $e^-$ ); el intercambio de Fe por Ti en la estructura cristalina, y viceversa, involucra la absorción de energía con la generación de una banda amplia de absorción en el dominio del rojo dentro del espectro electromagnético, que produce como consecuencia el color azul profundo del cristal. Este fenómeno corresponde a un proceso de transferencia de carga metal-metal, explicado dentro del formalismo de orbital molecular (Nassau, 1978). Otra de las variedades importantes del corundo es la de color rojo, conocida como rubí, que debe ese aspecto físico al intercambio de cromo ( $\text{Cr}^{3+}$ ) que ocurre como impureza y sustituye al aluminio ( $\text{Al}^{3+}$ ) en los octaedros distorsionados de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , provocando estabilidad en el enlace y, por lo tanto, en la estructura. En este caso, el fenómeno de campo cristalino explica las causas de color e involucra a cristales con iones que contienen electrones ( $e^-$ ) no apareados, de tal forma que  $e^-$  de niveles energéticos más externos pueden interactuar con la luz visible, provocando la absorción, y la transmisión remanente genera el color (Nassau, 1978). Existen otras variedades menos comunes de corundo gema: la de color amarillo es llamado *topacio oriental*, la de color verde es llamado *esmeralda oriental*, y la de color violeta es llamado *amatista oriental*. Las variedades amarilla y verde contienen cantidades variables de hierro férrico y ferroso ( $\text{Fe}^{3+}$  y  $\text{Fe}^{2+}$ ). Otras características del corundo son que carece de clivaje, pero presenta partición romboedral buena y basal; su lustre va de adamantino a vítreo pero también puede ser mate o graso; varía de translucido a opaco; es el segundo material natural más duro (grado 9 en la escala de Mohs) después del diamante (grado 10); es quebradizo aunque a veces es muy tenaz y su peso específico es de 4 en promedio (Vanders y Kerr, 1967; Dietrich y Skinner, 1979). Las características que hacen del corundo un buen material abrasivo son su alta dureza, su gran cohesión y durabilidad, por lo cual los depósitos de esmeril con alto contenido de corundo son excepcionalmente buenos abrasivos (Rapp, 2002).

## Características generales de los yacimientos de corundo

El corundo es un mineral que se puede encontrar en gran escala en pegmatitas y en rocas que son pobres en sílice como sienitas, sienitas nefelínicas, calizas metamorfizadas y micaesquistos. En rocas metamórficas el corundo se encuentra en corneanas pobres en sílice y también se presenta en depósitos bauxíticos metamorfizados termal o regionalmente. La mayoría del corundo con calidad de gema se obtiene de depósitos de placer (Deer *et al.*, 1966; Vanders y Kerr, 1967).

## Yacimientos de corundo en Mesoamérica

Las referencias históricas más antiguas sobre la existencia de “rubíes”, esmeril y en general abrasivos en Mesoamérica, se encuentran en Sahagún, quien en su obra sobre las cosas de la Nueva España dice que: “El esmeril se hace en las provincias de Anáhuac y Tototépec” (Sahagún, 2006, 675). Al respecto, Barlow (1992), en su obra sobre la extensión territorial del imperio mexica, menciona que en la provincia de Tlapan, uno de los pueblos sujetos tenía el nombre de Tototepec, por lo que es posible que la “provincia de Tototépec” haya estado ubicada dentro del territorio que abarcaba el Señorío Mixteco de Tototepec, el cual se extendía en la parte sur del actual estado de Oaxaca; otra posibilidad es que se haya referido a una población o localidad llamada Tototepec, que se ubicaba en la parte sur del estado de Guerrero, aproximadamente a 80 km al este de Acapulco.

En 1917, Carlos Castro reportó los resultados del análisis de unos cantos rodados pequeños provenientes del rancho La Relación, ubicado en la Hacienda de San Francisco, municipio de Fresnillo, aproximadamente a 64 km al noroeste de Fresnillo, Zacatecas (figura 18), y concluyó que se trataba de la variedad de corundo conocida como esmeril. Además, Castro mencionó que otra localidad con presencia de este mineral se encuentra en el Distrito de Tehuantepec, municipalidad de Tehuantepec [*sic*], pero sin dar más información.

Por otra parte, Schmitter y Martín del Campo (1980) señalan la existencia de yacimientos de corundo en varios estados del territorio mexicano (figura 18), como Guerrero, Sinaloa, Durango, Baja California, Oaxaca, San Luis Potosí, etc. [*sic*], pero en ningún caso informan sobre las características del mineral, su forma de yacimiento y ubicación precisa. Panczner (1987) hace referencia a un yacimiento de corundo en el municipio de Guadalupe, San Luis Potosí (figura 18), pero no dice más.

Victoria *et al.* (2006) describen las características del yacimiento de corundo de la mina El Milagro, que se localiza en el poblado de Piedra Imán, en Guerre-



Fig. 18 Yacimientos de corundo en México y Guatemala.

Fuente: Ricardo Sánchez Hernández y Jasinto Robles Camacho.

ro (figura 18). En ese sitio el corundo se presenta en cristales con un rango de longitud de entre 0.5 y 3.0 cm, con una coloración no uniforme que varía de azul pálido, casi blanco, hasta un azul más intenso; éstos, junto con el mineral cordierita, se encuentran incluidos en mosaicos de biotita dentro de una secuencia de gneises cuarzo-feldespáticos. Se refiere que en ese yacimiento es posible encontrar cristales con calidad de gema.

Langenscheidt (2007) hizo una recopilación de reportes de yacimientos de corundo, pero en algunos casos sólo hace referencia a la entidad federativa donde se localizan, como Durango, Tamaulipas, Guanajuato y Estado de México. En otros casos es un poco más preciso en la ubicación de los yacimientos, como son: 1) los Placeres de Seam, en Baja California; 2) el lecho del río Piaxtla y otros arroyos en Sinaloa, y 3) la hacienda Sarabia, en el municipio de Guichicovi, en Oaxaca (figura 18).

## Yacimientos de corundo variedad rubí en Mesoamérica

Hasta el momento no se conocen reportes de yacimientos de rubí en territorio mexicano y la única referencia concreta sobre la presencia de esa variedad de corundo en Mesoamérica es la que hace Leoncio Garza-Valdés (1993), quien dice haber examinado varios cristales de zafiro gris y algunos cristales de rubí opaco, encontrados tanto en el río Bobos, cerca de la población de Morales, como en el río San Diego, ambos localizados en Guatemala (figura 18).

## Probable uso del corundo en Tula

En la antigüedad, el valor de una piedra se asignaba en función de las características del material,

principalmente su color y su dureza, así como del trabajo invertido para su explotación y de la distancia que hubiese entre su yacimiento y el destino final para ser comerciada o intercambiada como materia prima u objeto manufacturado. De acuerdo con el contexto al que estaba asociado el ejemplar de corundo en Tula, es muy probable que haya formado parte de los materiales utilizados en el trabajo lapidario, ya que su alta dureza (9 en la escala de Mohs) lo hacía ideal para ese tipo de labores: desbastar o cortar con mayor facilidad piedras duras, como la jadeitita (dureza 6-6.5) o el cuarzo (dureza 7), como lo han sugerido Sax *et al.* (2008), quienes con base en su investigación consideran que muy probablemente el corundo haya sido uno de los materiales abrasivos que se usaron para elaborar la copa de cuarzo encontrada en la Tumba 7 de Monte Albán.

Por todo lo expuesto se considera que el corundo encontrado en Tula debió haber sido utilizado para la confección de piezas como es el caso de la pequeña máscara de cristal de roca (cuarzo) encontrada en el Pozo 32 del sector poniente, así como para el trabajo de otros materiales duros.

## Conclusión

Como producto de las excavaciones del Proyecto Tula 1980-81 se encontró un ejemplar de corundo, cuyo alto grado de dureza (9 en la escala de Mohs) ha dado lugar a considerar que muy probablemente fue utilizado como material abrasivo en las labores lapidarias de corte y desbaste, como también lo sugieren los demás objetos y materiales a los que estaba asociado, y que en conjunto constituyen un muestrario tanto de diferentes tipos de rocas y minerales de color verde, como de diferentes etapas del trabajo de lapidaria, ya que hay piezas completas (teselas de piritita), fragmentos de piezas terminadas (cuenta y objeto de jadeita), y piezas en proceso de elaboración y como materia prima (listwanita, prehnita, rocas volcánicas cloritizadas, cuarzo con malaquita y azurita) y probables herramientas y fuente de otros materiales abrasivos (objetos en rocas silíceas, argilita y rocas volcánicas).

Dadas las posibilidades de aplicación práctica, los materiales especiales como el corundo seguramente eran adquiridos y controlados por individuos de la élite, como lo indican las características de la tumba y todos los materiales de la ofrenda funeraria del personaje del entierro 29 de la T1-80, quien debió tener una relación importante con esas labores, ya fuera como administrador o controlador de las mismas e incluso como supervisor o ejecutante (maestro lapidario), cuyas funciones comprenderían desde la adquisición de las materias primas, el proceso de elaboración de las piezas así como su comercialización.

Por la semejanza con el presente caso, y como ejemplo de la relación que hay entre el tipo de objetos y de materiales contenidos en las ofrendas funerarias y la actividad que en vida desempeñó el personaje a quien estuvo dedicada, es necesario recordar el caso del hallazgo del sepulcro de un artesano especializado en orfebrería, ocurrido en Azcapotzalco a principios de la década de 1980, como parte de las labores de la entonces Subdirección de Salvamento Arqueológico; los materiales arqueológicos recuperados en aquel caso fueron retomados y estudiados recientemente por López Luján *et al.* (2015), quienes señalan que la ofrenda estaba compuesta por diversos objetos metálicos como: bezotes de plomo, barras de cobre, cinceles de cobre y bronce, una aguja, un cascabel y en especial un buril de bronce con empuñadura de asta de venado con una representación del dios Xochipilli-Macuixóchitl con alas, yelmo, tocado y parado sobre una flor; además, había malaquita como materia prima fuente de cobre y también instrumentos de cuarzo y calcedonia, y materiales orgánicos como hueso de tapir, pata de venado, conchas, caracoles, ámbar y placas de caparazón de armadillo. Todo ello, como ya se mencionó, llevó a la conclusión de que el individuo inhumado habría sido un artesano lapidario especializado en la orfebrería y en vida habría gozado de una gran jerarquía.

La escasez del corundo y otros minerales de alta dureza en contextos arqueológicos puede deberse en parte a su rareza geológica, pero también a la falta de análisis específicos para lograr la identificación de todos los materiales presentes en las ofrendas, ya que ejemplares como el analizado en el presente estudio no tienen una coloración especial, como por ejemplo el color rojo del rubí, o bien formas u otras características que llamen la atención, por lo que pueden pasar inadvertidos e incluso ser desechados al considerar que se trata de fragmentos de roca sin importancia.

En la medida en que se analicen e identifiquen con precisión los materiales líticos que forman parte de las ofrendas o que provengan de contextos arqueológicos específicos —como las áreas de talleres con evidencias de actividad lapidaria—, y conforme se pueda comparar tales con materiales geológicos provenientes de yacimientos conocidos, se podrán determinar las fuentes de la materia prima y se ampliará el conocimiento sobre el uso de los minerales de alta dureza en la antigua Mesoamérica.

## Agradecimientos y créditos

A la Mtra. Victoria Luque Valdivia, operadora del difractor de rayos X en el Instituto de Investigaciones Metalúrgicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, por llevar a cabo el barrido de la muestra. Las fotografías que corresponden a las

figuras 3, 4 y 6 son de Enrique G. Fernández Dávila; las digitalizaciones de las figuras 1, 2 y 5 son de Ana Osante Altamirano y Jesús Heliodoro Antonio Domínguez. Todas las demás fotografías y figuras son de Ricardo Sánchez Hernández y Jasinto Robles Camacho.

## Bibliografía

### Acosta, Jorge R.

- 1956 Interpretación de algunos de los datos obtenidos en Tula relativos a la época tolteca. *Revista Mexicana de Estudios Antropológicos*, t. XIV (2ª parte): 75-110. México, SMA.
- 1974 La pirámide de El Corral de Tula. En Eduardo Matos Moctezuma (coord.). *Proyecto Tula, primera parte* (pp. 27-50). México, INAH (Científica, 15).

### Barlow, Robert H.

- 1992 *La extensión del imperio de los culhua mexicana*. Jesús Monjarás-Ruiz, Elena Limón y María de la Cruz Paillés H. (eds.) México, INAH / UDLA.

### Castillo Tejero, N.

- 1970 Tecnología de una vasija en travertino. *Boletín INAH* (41), septiembre.

### Castillo, Patricia

- 1982 Informe técnico de las excavaciones en el área del museo, Tula, Hgo. En Rafael Abascal Macías (coord.), *Proyecto Arqueológico Tula 1980-1981*, 14 vols. ATDMP, INAH, México.

### Castro, Carlos

- 1917 Nota sobre un corundo de una nueva localidad en México. *Anales del Instituto Geológico de México* (4). México, Secretaría de Industria y Comercio.

### Cobean, Robert H.

- 1982 Investigaciones recientes en Tula Chico, Hidalgo. En *Estudios sobre la antigua ciudad de Tula* (pp. 37-109). México, INAH (Científica, 121).
- 1990 *La cerámica de Tula, Hidalgo. Estudios sobre Tula*, 2. México, INAH (Científica, 215).
- 2007 La alfarería tolteca. En Leonor Merino Carreón y Ángel García Cook (coords.), *La producción alfarera en el México antiguo IV* (pp. 57-78). México, Conaculta-INAH (Científica, 505).

### Cobean, Robert H., Mastache, A. G., Crespo, A. M., y Díaz Oyarzabal, C. L.

- 1981 La cronología de la región de Tula. En Evelyn Rattray, Jaime Litvak y Clara Díaz (comps.), *Interacción cultural en México Central* (pp. 187-214). México, IIA-UNAM.

### Coe, Michael D.

- 1962 The Post-Classic. En *The Maya* (pp. 188-192). Nueva York, Thames and Hudson.

### Deer, W. A., Howie, R. A., y Zussman, J.

- 1966 *An Introduction to the Rock-Forming Minerals*. Nueva York, John Wiley & Son.

### Díaz, Giselle, y Rodgers, Alan (eds.)

- 1993 *The Codex Borgia*. Nueva York, Dover Publications.

### Dietrich, R. V., y Skinner, B. J.

- 1979 *Rocks and Rock Minerals*. Nueva York, John Wiley & Sons.

### Fernández Dávila, E. G.

- 1986 *Nivel de producción y especialización artesanal en un taller de producción de artefactos líticos en Tula, Hidalgo*. Tesis de Licenciatura, ENAH-INAH, México.
- 1994 *Symposium sobre Arqueología en el estado de Hidalgo. Estudios recientes*. México, INAH (Científica, 282).

### Fernández Vieyra, Arturo

- 1983 Informe técnico final sobre las exploraciones realizadas en La Nopalera, Tula, Hidalgo, 1982-1983. ATDMP-INAH, México.

### Foshag, W. F.

- 1957 Mineralogical studies on Guatemalan jade. *Smithsonian Miscellaneous Collections*, 135 (5): 1-60. Washington / Baltimore, U.S. Government Printing Office / The Lord Baltimore Press.

### Garza-Valdes, Leoncio A.

- 1993 Mesoamerican Jade: Surface Changes Caused by Natural Weathering. En Frederick W. Lange (ed.), *Pre-Columbian Jade: New Geological and Cultural Interpretations*. Salt Lake City, University of Utah Press.

### Gazzola, Julie, Sánchez Hernández, R., y Robles Camacho, J.

- 2010 Hallazgo de un ejemplar de corundo de la variedad rubí en el conjunto 1 de la Zona Arqueológica de Teotihuacán, Estado de México. *Arqueología. Revista de la Coordinación Nacional de Arqueología* (44, 2a ép.). México, INAH.

### Gómez Serafín, Susana, y Fernández Dávila, Enrique

- 1990 Costumbres funerarias de los años 800 a 1428 dñe en Tula, Hidalgo. *Antropológicas* (5): 29-49. México, IIA-UNAM.

**Gómez Serafín, Susana, Sansores, Francisco Javier, y Fernández Dávila, Enrique**

1994 *Enterramientos humanos de la época prehispánica en Tula, Hidalgo*. México, INAH (Científica, 276).

**Hernández, Francisco**

1959 *Historia natural de Nueva España, vol. II, Historia de los minerales de Nueva España*. México, UNAM.

**Langenscheidt, Adolphus**

2006 Los abrasivos en Mesoamérica. *Arqueología Mexicana*, XIV (80), México, Raíces.

2007 Lapidaria mesoamericana, una reflexión sobre los abrasivos posiblemente usados para trabajar los chalchihuites duros. *Arqueología* (36, 2ª ép.): 179-206. México, INAH.

**López Luján, L., Talavera González, J. A., Olivera, M. T., Ruvalcaba Sil, J. L.**

2015 Azcapotzalco y los orfebres de Moctezuma. *Arqueología Mexicana*, XXIII (136): 50-59.

**Mastache, A. G., y Crespo, A. M.**

1974 La ocupación prehispánica en el área de Tula, Hgo. En Eduardo Matos Moctezuma (coord.), *Proyecto Tula, primera parte*. México, SEP-INAH (Científica, 15).

**Nassau, Kurt**

1978 The origins of color in minerals. *American Mineralogist*, 63: 219-229.

**Neff, Hector**

2004 Producción y distribución de la cerámica Plumbate: resultados de un estudio de procedencia de la pasta y el engobe usados en una famosa mercadería de intercambio mesoamericano. s. l., FAMSÍ. Recuperado de: <<http://www.famsi.org/reports/98061es/98061esNeff01.pdf>>.

**Panczner, William, D.**

1987 *Minerals of Mexico*. Nueva York, Van Nostrand Reinhold.

**Rapp, George R.**

2002 *Archaeomineralogy*. Berlín, Springer-Verlag Berlín Heidelberg.

**Reiche, Ina, y Chalmin, Emil**

2014 Synchrotron methods: color in paints and minerals. En Heinrich Holland y Karl Turekian (eds.), *Treatise on Geochemistry* (vol. 14, 209-239). 2a ed. Oxford / San Diego, Elsevier.

**Romero, Javier**

1974 Los entierros encontrados en el patio abierto de

El Corral [apéndice de La pirámide de El Corral, Tula, Hgo., de Jorge R. Acosta]. En Eduardo Matos Moctezuma (coord.), *Proyecto Tula, primera parte*. México, INAH (Científica, 15).

**Sahagún, Bernardino de (fray)**

2006 *Historia general de las cosas de Nueva España*. 11ª ed. México, Porrúa (Sepan Cuantos, 300).

**Sansores González, Francisco Javier**

1982 Informe técnico de las excavaciones arqueológicas del Pozo 32, área Museo, Tula, Hgo. Proyecto Arqueológico Tula 1980-1981, Rafael Abascal Macías (coord.), 14 vols. ATDMP, INAH, México.

**Sax, Margaret, Walsh, J. M., Freestone, I. C.,**

**Rankin, A. H., y Meeks, N. D.**

2008 The origins of two purportedly pre-Columbian Mexican crystal skulls. *Journal of Archaeological Science*, 35 (10): 2751-2760. Ámsterdam, Elsevier.

**Schmitter-Villada, E., y Martín del Campo de Schmitter, R.**

1980 *Glosario de Especies Minerales*. México, IG-UNAM.

**Seler, Eduard**

1980 *Comentarios al Códice Borgia. II*. México, FCE.

**Shepard, Anna O.**

1948 *Plumbate, a Mesoamerican Ware*. Washington, Carnegie Institution of Washington.

**Urquijo, Alicia de**

1982 Informe técnico de las excavaciones arqueológicas del Pozo 14, área Museo Tula, Hgo., Proyecto Arqueológico Tula 1980-1981, Rafael Abascal Macías (coord.), 14 vols. ATDMP, INAH, México.

**Vanders, Iris, y Kerr, Paul. F.**

1967 *Mineral Recognition*. Nueva York, John Wiley & Sons.

**Victoria Morales, A., Báez López, J. A., Hernández**

**Martínez, I., Hernández Pineda, G. A.**

2006 Corundo de la mina El Milagro, Piedra Imán, Gro. Ponencia presentada en el X Coloquio de Mineralogía Pachuca, Hidalgo. Sociedad Mexicana de Mineralogía, A. C.

**Yadeun Angulo, J.**

1974 Análisis espacial de la Zona Arqueológica de Tula, Hgo. En Eduardo Matos Moctezuma (coord.), *Proyecto Tula, primera parte* (pp. 53-59). México, SEP-INAH (Científica, 15)