

# CIENCIA Y CONOCIMIENTO EN MESOAMÉRICA CIRCA 1492

*Federico Bolaños*

A la memoria de mi querido maestro y amigo Dr. Elí de Gortari

“...deshacer la falsa opinión que comúnmente se tiene de ellos, como de gente bruta, y bestial y sin entendimiento, o tan corto que apenas merece ese nombre”.

Joseph de Acosta

*Vida religiosa y civil de los indios*

Aunque aún no estamos seguros por completo de cuándo y en dónde aparecen los primeros seres humanos propiamente dichos: *Homo sapiens sapiens*, a principios de 1987 un grupo de investigadores de la Universidad de California, encabezados por el bioquímico M. Stoneking, anunciaron una novedosa hipótesis, sugiriendo que de acuerdo con el análisis del material genético de las mitocondrias (heredado sólo por la madre) obtenido de una muestra constituida por 147 placentas pertenecientes a diversos grupos con una variada distribución geográfica, todos los seres humanos tenemos un antecesor materno común; este ancestro fue localizado al norte de África y se calculó su edad —con base en los datos obtenidos— en unos 200 000 años, los descendientes de esta “Eva” africana habrían llevado su información genética al resto del mundo mediante las migraciones.<sup>1</sup>

Dos años después, en 1989, el genetista evolutivo Gérard Lucotte del Colegio de Francia en París, declaró que el padre original de todos los que vivimos hoy en día fue un pigmeo, probablemente un ancestro remoto de los pigmeos Aka contemporáneos que habitan la República Centro Africana. Su hipótesis se basa en el análisis del cromosoma Y (heredado sólo por el padre).<sup>2</sup> De tal manera que si todos estos investigadores tienen razón —aunque la propuesta de Stoneking y su grupo está siendo analizada críticamente—<sup>3</sup> podemos tener una imagen aproximada del origen y centro de dispersión de la raza humana hacia todos los confines de la Tierra (1: 436-437).

De acuerdo con la hipótesis generalmente acertada sobre la llegada del hombre al continente americano esto sucedió hace unos 30,000 años, a través del puente seco —en época glacial— establecido entre Asia y América en el estrecho de Bering, de hecho toda la historiografía americana y europea sobre nuestro continente se sustenta en esa cifra. Pero el férreo dogmatismo de antropólogos e historiadores en torno a ella, ha sido recientemente puesto en duda merced a los trabajos realizados por la investigadora francesa Niede

Nota: Hemos respetado estrictamente el orden en las citas del autor. (N. del E.)

Guidon de la Escuela de Altos Estudios de París y profesora visitante de la Universidad de Campinas en São Paulo, quien trabajando con investigadores brasileños y franceses a lo largo de más de diez años en Boqueirao do Sitio da Pedra Furada, en São Raimundo Nonato, estado de Piauí en Brasil, ha demostrado mediante el análisis de muestras con carbono 14, la habitación continuada de este sitio —manifiesta en pinturas rupestres y objetos líticos— desde hace 28 000 años,<sup>4</sup> después calculada en 32 000 años<sup>5</sup> y recientemente el mismo grupo ha elevado la cifra a por lo menos 48 500 años de antigüedad.<sup>6</sup> Estos datos empiezan a correlacionarse con los asentamientos en Monte Verde, Chile, de casi 33 000 años (1: 437) y con los de Tlapacoya, México, de casi 28 000 años de antigüedad.<sup>7</sup>

Obviamente la creencia clásica de la colonización de América hace 12 000 años, e incluso la fecha más antigua de 30 000 años señalada anteriormente, caen ambas por tierra, y se inicia un nuevo periodo en el cual los americanos debemos retomar la iniciativa de prospección (ejercida por décadas sólo desde afuera) y comenzar un vasto y rico proyecto de investigaciones antropológicas, arqueológicas e históricas que nos permitan ubicar verdaderamente el origen del hombre y la mujer americanos. Es un proyecto ambicioso que llevará tiempo y costará mucho, pero creo que bien vale la pena el intentarlo, puesto que nos ayudaría no sólo a definir finalmente la época de los primeros asentamientos humanos en el continente, sino también la posibilidad de establecer el surgimiento —tal vez simultáneo— del *Homo sapiens* moderno en diferentes continentes a partir de antepasados homínidos comunes *versus* un origen africano único y un poblamiento americano tardío por descendientes asiáticos de aquél.

Lo relevante de ello para nuestro trabajo se centra en la concepción ideológica aberrante, pero ampliamente aceptada por mucho tiempo, del origen helénico o incluso egipcio que se pretendía tenían las grandes culturas mesoamericanas: “Todas las concepciones del origen externo de los mayas se basan en la idea fundamental de que las culturas indígenas de México fueron incapaces de creaciones autónomas, lo que resulta de una creencia prejuiciosa derivada de un fuerte racismo”.<sup>8</sup>

Fue tal el deslumbramiento de los conquistadores frente a la belleza, tamaño y organización de las metrópolis mesoamericanas, que difícilmente podían aceptar que sus habitantes, mal llamados “indios”, fuesen capaces por sí mismos de erigir tales obras. Esta misma idea pero ahora a nivel intracontinental fue desarrollada por el arqueólogo alemán Max Uhle, quien a principios de siglo propuso el origen de las culturas preincaicas de los Andes como el resultado de su encuentro con las grandes culturas mesoamericanas,<sup>9</sup> las que obviamente según la tradición habían sido creadas a partir de un origen extracontinental.

El concepto central que subyace en toda esta concepción europea sobre los nativos habitantes de nuestra América, es el carácter racial inferior de los mismos, con una incapacidad innata para desarrollar una cultura; menos aún pueden concebir, no digamos aceptar, la idea de que algunas de estas culturas evolucionaron hasta convertirse en civilizaciones tan importantes como las de

la antigüedad clásica, las que a través de la llamada Asia Menor en la península de Anatolia dieron lugar al nacimiento de la civilización occidental. Es tan fuerte su reticencia a aceptar el hecho de que humanos de piel no-blanca puedan pensar, crear, construir, imaginar, etc., que incluso han pretendido recientemente dar un fundamento extraterrestre a las magníficas construcciones de la cordillera andina y de Mesoamérica, en un intento desesperado por evitar la aceptación definitiva de un hecho que la naciente ciencia arqueoastronómica establece día con día, es decir, el alto grado de conocimientos científicos a que habían llegado diferentes pueblos nativos de América.

De acuerdo con los descubrimientos en Piaui es probable incluso que en nuestro continente se desarrollasen culturas antes que en Europa, y una vez que se logre fechar con precisión la mayoría de los monumentos americanos antiguos, tanto los existentes como los que aún están por ser rescatados, es probable que europeos y norteamericanos descubran con asombro que algunas de nuestras culturas autóctonas —ya sea en Mesoamérica, la región andina, el nordeste de Brasil o el corazón de la Amazonia peruana— resulten contemporáneas de aquellas del Creciente Fértil a las que en su conjunto Samuel Noah Kramer llamó: “la cuna de la civilización”.<sup>10</sup>

“Los recientes descubrimientos de zonas arqueológicas en el Amazonas han provocado nuevas hipótesis sobre el origen del hombre americano. Quizá se considere definitiva su autoctonía, y se discuta con otras evidencias la teoría que afirma que el hombre no es originario de América por no haberse encontrado antropoides en este continente. ¡A lo mejor el Amazonas oculta esos restos de especies humanas en horizontes primitivos, ... y América deje de representar al Nuevo Mundo para alinearse entre los mundos más antiguos de la humanidad!”<sup>11</sup>

De acuerdo con Luis Lumbreras, las primeras culturas agrícolas en los Andes aparecen alrededor de 5 000 años a.n.e., destacando en este periodo: Huaca Prieta, Paraíso, Encanto, Otuma, Chilca, Cachi y Piki; con antecedentes de recolectores cazadores como Paiján, Oquendo, Guitarrero I, Panalauca y Pacaicasa que se extienden hasta 20 000 años en el pasado andino.<sup>12 y 13</sup> Y Paul Gendrop se refiere a la antigüedad mesoamericana en estos términos: “Los orígenes de la arquitectura en Mesoamérica se remontan hasta el segundo milenio a.n.e. —durante el llamado periodo preclásico inferior— con la aparición de las primeras aldeas agrícolas. Después de un largo y paciente proceso que se inició varios milenios antes en regiones como el Valle de Tehuacán ...”<sup>14</sup>

Sin caer en estériles disputas académicas sobre la temporalidad de nuestro pasado remoto es importante conocerlo y fecharlo con precisión, lo que nos daría una base firme y confiable sobre la cual construir y comprender mejor la vasta cultura americana. Ahora bien, independientemente de ello, la pregunta central de nuestra investigación es: ¿fueron capaces aquellos pobladores nativos de nuestra América de acceder a los conocimientos, lograron con éstos integrar una ciencia en el sentido más universal del término?, y de ser así, ¿qué conocimientos alcanzaron, en dónde se desarrollaron y cuál fue su destino final?

Responder a estas interrogantes es urgente y necesario, pero eso será parte de una gran investigación multidisciplinaria e internacional en la cual debemos participar todas las naciones del continente, en un intento definitivo por escribir la Historia de la Ciencia americana desde sus orígenes, con el surgimiento de las primeras culturas, hasta la época contemporánea.

Más adelante nos referiremos únicamente a algunos de los principales logros obtenidos en el área mesoamericana por el pueblo maya, baste ello de muestra para aquilatar el conocimiento y la ciencia que los conquistadores europeos encontraron en el Nuevo Mundo circa 1492.

Puesto que el racismo permea toda la historia de nuestra América desde la brutal conquista hasta el presente, y ya que este racismo pretende demostrar la "inferioridad natural" de nuestros antepasados, no sólo por el color de su piel sino por su condición de "conquistados", pretendiéndose que los nativos americanos eran y siguen siendo inferiores en inteligencia y capacidad creativa, lo que se manifestó en aquel entonces en un trato inhumano hacia los constructores de aquellas antiguas y magníficas culturas, tratándoseles como animales,<sup>15</sup> desatando campañas feroces de exterminio o condenándoseles a una vida esclava y denigrante, marcados con hierros candentes como si fuesen ganado; y dado que esta actitud persiste hoy en día incluso en las universidades latinoamericanas en donde los indígenas son tratados en forma discriminatoria, permítaseme señalar brevemente la condicionalidad de la evolución biológica que posibilita y sustenta la adquisición de conocimientos, lo que es válido para *toda* la especie humana.

La mayor parte de lo que sigue está tomado de John Taylor Bonner y remito al lector a su consulta<sup>16</sup> para abundar en ello, aquí sólo señalaré sintéticamente el pensamiento de este autor. En la lucha por la sobrevivencia se dio un momento en que era más adaptativo para los organismos la transmisión directa de la información de un individuo a otro, que la lenta e improbable transmisión cromosómica. De tal manera que la selección natural favoreció a aquella sobre esta última, y ello derivó en una presión selectiva que favoreció el desarrollo de cerebros mejores y más grandes. Este paso en la evolución biológica de los homínidos constituye la piedra angular de la evolución de la cultura. De repente fue posible transmitir, acumular e inventar informaciones sobre la interacción *Homo/ambiente* y *Homo/Homo*, sin instrucciones directas de los genes. Así la cultura humana se incrementó enormemente en cantidad y complejidad, entendiendo a la cultura en este contexto, como la transferencia de información por medios extragenéticos (vía comportamiento) básicamente mediante el proceso de enseñanza/aprendizaje.

A diferencia de otros organismos, el ser humano desarrolló la enseñanza verdadera pudiendo instruir no sólo a otros humanos, sino haciéndolo con base en una gran riqueza de información, más aún, empezó a transmitirla mediante una poderosa herramienta: el lenguaje, e incluso desarrolló con el tiempo formas gráficas de transmisión.

Esta información transmitida por medios culturales se acumula bajo la forma de conocimientos y tradiciones, pero ¿qué es un conocimiento? Dice

Luis Villoro: lo entendemos como “un término que designa cualquier forma de captar la existencia y la verdad de algo, es decir, como una comprensión obtenida por experiencia propia”.<sup>17</sup> Si ello es así, el hombre primitivo de todas las latitudes, de todos los colores de piel, el hombre planetario, llegó a obtener rápidamente una rica y amplia gama de conocimientos que no fueron el producto de la satisfacción de una inquietud intelectual enciclopédica —eso vendría después— sino la cotidiana y real necesidad de conocer y manipular su ambiente para asegurar así su sobrevivencia. Este manejo de su medio a su vez, empezó a trabajar lenta pero crecientemente sobre sus genes ya que éstos responden a los cambios ambientales; nuestra época actual es testigo de manera manifiesta de esta influencia recíproca entre genes/cultura/genos.

A partir de este momento lo esencial ya no es solamente el origen y la antigüedad del hombre americano, lo que es claro, objetivo y verdadero es que *todos* los pobladores de América desarrollaron conocimientos amplios, profundos, diversos y suficientes sobre su ambiente tanto natural como social. Estos conocimientos aparecían en forma de datos útiles, costumbres, experiencias empíricas, ritos, recetas de fabricación, técnicas agrícolas de domesticación y pastoreo, patrones de reconocimiento, glifos, cerámicas, orfebrería, tejidos de extraordinaria variedad y riqueza, técnicas de construcción de obras hidráulicas, de caminos y arquitectónicas, algunas de las cuales no han sido cabalmente comprendidas hasta hoy en día y otras siguen aún siendo funcionales.

Por doquier, desde la policromía de Pedra Furada hasta las terrazas de cultivo andinas preincas, recorriendo una gama extraordinaria de conocimientos que aún están por estudiarse de manera integrada, encontramos vestigios arqueológicos reales del grado de conocimientos a que habían llegado los antiguos americanos durante los pasados 50 000 años. Y lo que todavía está por descubrirse, en este vasto e ignorado continente nuestro, dará a los científicos actuales y futuros material suficiente para modificar, tal vez de manera radical, la visión deforme y fanática que de los vencidos nos diera durante siglos la historiografía extranjera; ello sin olvidar en justicia a aquellos venidos de fuera que más que por el lucro y el afán aventurero y/o por el prestigio académico que les darían sus descubrimientos, acudieron —y aún lo hacen— con la intención cooperativa de trabajar con nosotros para ayudarnos a desentrañar nuestro pasado.

El siguiente cuestionamiento importante una vez aceptada la existencia de conocimientos en nuestra América antigua sería: ¿fueron capaces aquellos pobladores cognoscentes de amalgamar sus conocimientos, de estructurarlos de tal manera que los hubiesen transformado en una ciencia verdadera? Mi primer impulso —evolutivo nuevamente— sería plantear otra pregunta que complementaría la primera, ¿era indispensable para los antiguos americanos el alcanzar ese nivel? La respuesta primera es afirmativa, sí desarrollaron ciencia y se valieron de ella para ampliar sus conocimientos y su comprensión del Universo, y para hacer más agradable y duradera su propia existencia y la de los organismos vegetales y animales con los que compartían el continente.<sup>18</sup>

En el sentido literal de la palabra, ciencia significa conocimiento, sin embargo no todo conocimiento puede considerarse como científico. En el pleno significado del término el conocimiento científico sólo empieza cuando tras el conjunto de hechos se captan las leyes, la conexión universal y necesaria existente entre ellas, lo que posibilita dilucidar su desarrollo posterior.<sup>19</sup>

A la luz de los logros materiales alcanzados por los antiguos pueblos americanos, antes de la atroz conquista del siglo XVI, podemos considerar que desarrollaron cuerpos de conocimientos sistematizados, entre los cuales establecieron relaciones generales con carácter descriptivo y en muchos de ellos posibilidades empíricas de demostrar su validez. Ciencia, en el sentido contemporáneo, sustentada en grandes radiotelescopios, poderosos aceleradores de partículas, computadoras ultrarápidas, microscopios electrónicos de barrido o clasificadores de secuencias genéticas, no se dio en el pasado americano, pero recordemos que a diferencia del arte, la ciencia es una actividad humana de carácter acumulativo. Y en este camino, el descubrimiento de América en 1492 y el conocimiento de sus culturas y de sus adelantos científicos, marcó —quierase o no— de manera indeleble el ulterior desarrollo de la ciencia europea, no por que de inmediato aquéllos hayan reconocido ampliamente el desarrollo científico de las civilizaciones del Nuevo Mundo, ya que la soldadesca ibérica, inculta y rapaz, más cercana a las bestias europeas que a los dioses americanos, se encargó —aliada con el inquisidor temeroso y alucinado— de destruir casi todos los libros científicos o no de las culturas mesoamericanas, y convirtió en lingotes para las nacientes monarquías hispánica y lusitana así como para la surgente piratería inglesa imperial, miles y miles de objetos fabricados en oro y plata, ricamente decorados con un sinfín de imágenes, que hubieran ofrecido al investigador contemporáneo invaluable información sobre el grado de desarrollo de aquellos civilizados americanos tan bestialmente subyugados.

Eliás Trabulse ha dicho y con razón: “De hecho, al tocar tierras americanas los europeos se enfrentaron con un panorama cultural totalmente desconocido, que los obligaría, con el correr de los años, a modificar sus esquemas mentales acerca del mundo que habitaban. El siglo de las Revoluciones Científicas se abrió en buena medida con esa gran revolución que fue el descubrimiento de un nuevo mundo”.<sup>20</sup> Pese a la bárbara labor de destrucción llevada a cabo por los conquistadores en nombre de la idolatría, es evidente que la ciencia prehispánica logró impresionarlos fuertemente. Los códices y monumentos que sobrevivieron, así como las crónicas primitivas salidas de manos europeas e indígenas nos permiten hoy considerar el avanzado estado de adelanto que mostraban sus producciones, imposible de alcanzar sin una base científica y técnica.<sup>21</sup>

Hubo incluso quienes reconocieron esto en el mismo siglo XVI: “...dar a entender el orden y modo de proceder que éstos tenían cuando vivían en su ley; en la cual, aunque tenían muchas cosas de bárbaros y sin fundamento, pero había también otras muchas dignas de admiración, por las cuales se deja bien comprender que tienen natural capacidad para ser bien enseñados, y aún en gran parte hacen ventaja a muchas de nuestras repúblicas”.<sup>15</sup>

En las páginas que siguen hablaremos de Mesoamérica y señalaremos algunos de los principales logros científicos alcanzados en la región por las diversas civilizaciones, con el objeto de apuntalar con hechos históricos reconocidos nuestra percepción del nivel de conocimiento y ciencia en esta comarca hacia 1492.

## MESOAMÉRICA

Este territorio empezó su diferenciación del resto de América hacia fines del segundo milenio a.n.e., y su historia como zona civilizada termina hasta la primera mitad del siglo XVI, lo que representa una permanencia temporal de más de 2 500 años. En el plano espacial la geografía mesoamericana abarcó desde el sur de los sistemas fluviales Lerma y Pánuco en México, hasta Guatemala y Belice en su totalidad, así como partes de El Salvador, Honduras y Nicaragua en Centroamérica,<sup>22 y 23</sup> comprendiendo las costas de estos territorios en su frontera marina con el Océano Pacífico, el Golfo de México y el Mar Caribe. Y contrariamente a lo que pensaba Max Uhle existe la posibilidad de una influencia de la cultura Valdivia de Ecuador, y tal vez de Colombia (3 000 a 2 800 a.n.e.), en las primeras cerámicas que aparecen en el actual Puerto Marqués en Acapulco, estado de Guerrero (2 400 a 2 300 años a.n.e.). Esta tradición alfarera en la costa sur de México tuvo al parecer influencia en el desarrollo de la primera gran cultura mesoamericana: la Olmeca, cuyo periodo formativo va de 1 600 a 1 300 años a.n.e.<sup>22</sup> Hacia el año 1 200 a.n.e. en una pequeña área de unos 12 000 Km<sup>2</sup>, que se extiende entre los actuales estados de Veracruz y Tabasco, surge el pueblo olmeca (palabra cuyo significado es: “habitante del país del hule”), el cual junto con otros pueblos contemporáneos alcanzó la civilización y se mantuvo en ella por casi 1 000 años, desarrollando su mayor contribución: “la cuenta larga”, el sistema más complejo y perfecto ideado en la región para computar el tiempo y que por muchos años se pensó que había sido desarrollado originalmente por los mayas. En 1939 se encontró en la antigua ciudad de Tres Zapotes —un importante centro olmeca cuya época más antigua es anterior al 1 500 a.n.e.— una estela denominada C, en la cual aparece la fecha más completa y antigua descubierta hasta ahora en el continente americano; al parecer poseían también un sistema calendárico producto de sus conocimientos sobre el Sol, la Luna y algunos planetas (22: 210).

Posteriormente al desarrollo olmeca, la región mesoamericana vio surgir diferentes pueblos y culturas durante casi 25 siglos sin interrupción, algunas de ellas alcanzaron un alto grado de civilización: hacia el año 600 a.n.e., se desarrolló la cultura Zapoteca en Monte Albán, Oaxaca; Teotihuacán, con su inmensa metrópoli que llegó a albergar a casi 200 000 habitantes (lo cual la convirtió en su época de esplendor en la polis más grande del mundo), comenzó su evolución a partir de la misma fecha pero los teotihuacanos la llevaron a su florecimiento entre los siglos I y VIII; alrededor del año 300 surge la cultura maya, la cual abarcaría una gran extensión: desde el norte de la pe-

nínsula de Yucatán hasta la actual Honduras, esta cultura rica y variada unió por siglos a diferentes pueblos pero al parecer nunca llegó a constituir un verdadero imperio; hacia el año 900 aparece la cultura Tolteca, la que alcanza su mayor esplendor en la ciudad de Tula entre los siglos IX y XI; un siglo después aparecen los mixtecos nuevamente en el actual estado de Oaxaca en la costa del Pacífico; por último hacia el año 1 200 llegan al Valle de México los aztecas, quienes finalmente establecen su imperio entre los siglos XV y XVI y será el pueblo que enfrente, a la manera de los incas en Perú, a los conquistadores venidos del mar.

Por supuesto, hubo muchas otras culturas, baste citar entre ellas: la Otomí, la Huasteca, la Totonaca, la Tarasca y la Quiché; pero los alcances del presente ensayo no son de carácter exhaustivo sino que me limito a mencionar algunas de las culturas mesoamericanas más importantes. Señalaremos ahora, a grandes rasgos, aquellos adelantos técnicos y científicos en los cuales destacaron en mayor o menor medida estos pueblos:

- culturas agrícolas en su mayoría, heredadas de una muy antigua tradición de cultivos, desarrollaron mediante la observación de los ciclos anuales de la naturaleza una precisa notación calendárica y cronológica, para la cual requirieron e inventaron un sistema matemático vigesimal que se basaba en una notación posicional e incluía el cero
- la astronomía fue una de las disciplinas más y mejor cultivadas por estas culturas, llegando incluso a la probable concepción de edificios *exprofeso* (observatorios), y a un conocimiento científico basado en la observación metódica del cielo
- todo ello no hubiera sido posible sin el desarrollo de una escritura, y los mesoamericanos la desarrollaron llevándola hasta la fase jeroglífica, con excepción de los mayas, quienes lograron desenvolverla hasta los comienzos de la fase silábico-alfabética
- la medicina y herbolaria indígenas fueron tal vez dos de los conocimientos que más sorprendieron a los conquistadores en Tenochtitlán, pero éstos eran no sólo aztecas sino un reflejo de toda la región: “La medicina náhuatl podrá ser apreciada en parte como logro particular de un pueblo, pero existe bajo más amplia perspectiva (como) un fenómeno cultural común en Mesoamérica”.<sup>30</sup> Dice Motolinía: “Tiene sus médicos, de los naturales experimentados, que saben aplicar muchas yerbas y medicinas, que para ellos basta; y hay algunos de ellos de tanta experiencia, que muchas enfermedades viejas y graves, que han padecido españoles largos días sin hallar remedio, estos indios las han sanado” (20: 43)

Existía un nutrido grupo de especialistas médicos designados por nombres particulares de acuerdo con su especialidad: Teixpati el oculista, Tlancopnaliztli el dentista, Tenazpati el otólogo, Tepoztecahtiani el que curaba las fracturas de los huesos, etcétera, aunque tal vez la especialidad principal fue la del médico obstetra debido al gran respeto que sentían los nahuas por la maternidad.<sup>31</sup> Dice López Austin: “Inde-



pendientemente de que la religión, la magia y la observación de la naturaleza proporcionasen más o menos caudal de medios para combatir la enfermedad, la muerte y el dolor, el conjunto de conocimientos adquiere una sistematización... que otorga a las ideas, procedimientos y nociones la calidad de cuerpo” (30:35). La misma farmacopea nahua enriquece grandemente a la europea, ya que conocían y utilizaban unas 1 500 plantas con propiedades medicinales diversas, frente a apenas 200 de los europeos<sup>31</sup>

- en su estupendo trabajo sobre la metalurgia mesoamericana Dora Grinberg nos dice que ésta fue en términos generales una metalurgia del cobre, y añade: “La tecnología que hay detrás de una cultura de aleaciones de cobre es superior a la involucrada a la metalurgia del oro”.<sup>33</sup> Existen evidencias de que diversas técnicas metalúrgicas fueron importadas al México antiguo desde el país de los incas, comprendiendo la del cobre, la de la plata, la del estaño y algunas aleaciones. La elaboración de oro al parecer fue tomada de la civilización chorotega de Colombia. De tal manera que en Mesoamérica se desarrollaron originalmente las técnicas para el trabajo del plomo, de la aleación cobre-plomo, del uso del mercurio y del trabajado del platino. El Códice Florentino (Sahagún, 28), el Lienzo de Jucutacato (estudiado por la Dra. Grinberg), el Mapa Tloltzin del Valle de México, y los pocos objetos que lograron salvarse de la codicia de los conquistadores, nos han permitido indagar las técnicas más comunes empleadas: martillado en frío y en caliente, fundición en hornos de arcilla cocida, moldeado, la fundición “a la cera perdida” que llevaron a su máxima expresión, el “dorado” de metales, madera y objetos de barro, el chapeado, la falsa filigrana, la preparación de aleaciones y la soldadura.<sup>27, 28, 34 y 35</sup> Es indudable que la metalurgia no-ferrosa tuvo una aparición tardía en Mesoamérica y que el empleo del hierro (al parecer meteórico) sólo se dio en América en la región de los Grandes Lagos, sin embargo como señala De Gortari: “...lo verdaderamente sorprendente es el hecho de que los antiguos mexicanos hayan logrado el florecimiento cultural representado por la civilización clásica, sin contar con los metales”<sup>35</sup>
- obtuvieron importantes logros en química aplicada, el cloruro de sodio o sal común que empleaban como condimento alimentario, la extraían de las aguas del mar y de algunos yacimientos terrestres, separaban el bicarbonato de calcio del cloruro de sodio y luego cristalizaban éste y obtenían por procedimientos ingeniosos sal gruesa o fina, conocieron y aprovecharon la sacarosa, aunque no contaron con la caña de azúcar, descubrieron que tanto en el maíz como en el maguey se acumula este azúcar (sacarosa) y desarrollaron métodos para hacer las cañas de maíz tan dulces como las cañas de azúcar y hasta ahora se consumen de este modo. El teñido de las telas lo hacían con técnicas muy elaboradas y la vistosa coloración de las mismas nos habla de la maestría con que llegaron a extraer y preparar numerosos pigmentos y pinturas y

- con ellos: “Además de teñir sus telas, utilizaban dichas pinturas para trazar sus jeroglíficos (en piedra) e iluminar sus códices (en papel), para entintar las plumas, para pintarse el cuerpo en las ceremonias seculares y religiosas, y para decorar sus templos y sus palacios” (24: 119). Usaron las saponinas como detergentes, prepararon barnices, papeles y pegamentos
- los conocimientos botánicos de los mayas fueron tan extensos, y la cantidad y variedad de plantas cultivadas tan amplia, que no tiene paralelo en la Historia Universal para un nivel de desarrollo social comparable. Dice Alfredo Barrera: “Si consideramos como taxonomía a la totalidad de métodos y procedimientos racionales que permiten reconocer, como partes constitutivas de un universo, conjuntos de entidades afines o taxa, y como sistemática al establecimiento de las relaciones que dichos taxa parecen guardar entre sí, se puede asegurar que los mayas avanzaron notablemente en ambos sentidos”.<sup>32</sup> Los aztecas desarrollaron bastante no sólo la taxonomía vegetal sino también la fitogeografía. Los vegetales eran nombrados en forma denotativa y estos nombres los formaban con tres raíces que indicaban: la cualidad de la planta, su uso y el suelo en donde crecía. Utilizando esta nomenclatura, los aztecas llegaron a formar algunos grupos de especies afines, las que coinciden en gran parte con las clasificaciones actuales. En México se establecieron jardines botánicos, los más antiguos fueron los de los acolhuas en Huteopan y Cillen y más tarde Netzahualcóyotl fundó el de Texcotzingo y Moctezuma Ilhuicamina el de Oaxtepec que llegó a ser el más famoso de ellos. En estos jardines los médicos realizaban experimentos e impartían enseñanza. Para acrecentarlos, los aztecas exigían a los pueblos que formaban el imperio que parte de sus tributos fuesen en forma de plantas nativas del lugar en cuestión, y en las expediciones militares participaban pintores naturalistas que retrataban ejemplares para el emperador. El mismo interés desarrollaron por diversos animales y por su conservación
  - es indiscutible su maestría arquitectónica de la que hicieron gala en Teotihuacán, Tula, Uxmal, Monte Albán, Tres Zapotes, Mayapán, Tikal, Bonampak, Chichén Itzá (incluyendo el periodo de dominación tolteca), Kuhunlich; la lista es casi interminable: Mitla, Palenque, Copán, Cuicuilco, Xochicalco, Utaclán, Tenochtitlán, etcétera. En sus construcciones no se limitaron a colocar una piedra sobre otra sino que desarrollaron diferentes tipos de arcos, bóvedas, muros y estilos arquitectónicos, e incluso elaboraban un tipo de concreto que aún sigue vigente en las ciudades mencionadas
  - construyeron caminos y carreteras, aunque no con la calidad y en la cantidad que lo hicieron los incas, no obstante los mayas construyeron caminos elevados de más de 100 km de largo y de casi diez metros de anchura, los que sorteaban pantanos y marismas y atravesaban la selva tropical; las calzadas sobre el lago en Tenochtitlán eran dignas de admiración

- desarrollaron tejidos y bordados multicolores, pero lo que más llamó y aún llama la atención es su alfarería de gran riqueza de formas y decorados; y por supuesto la orfebrería mesoamericana es aún hoy día digna de admiración
- entre las técnicas hidráulicas resaltan las realizadas en el sistema lacustre Texcoco-Xochimilco, pero más aún destacan sus técnicas agrícolas, fundamentalmente la construcción y mantenimiento de la chinampa, que desarrollada en las partes bajas de las tierras olmecas, llegó a ser de gran utilidad en la Meseta del Anáhuac, permitiendo el aporte necesario y bastante de alimentos a los pueblos del área pero esencialmente a los aztecas en el desarrollo de su imperio
- estudios recientes sugieren que los mesoamericanos estaban familiarizados con el uso de la brújula, y se han encontrado diversos objetos con propiedades magnéticas importantes, e incluso, se ha sugerido la orientación magnética de algunas construcciones
- de acuerdo con los estudios arqueoastronómicos se ha demostrado que existe una real orientación astronómica de numerosas edificaciones, baste citar la relación de las Pléyades con Teotihuacán, Capella con Monte Albán y las Pléyades y Aldebarán con el Caracol de Chichén Itzá.<sup>26</sup>

Ante la imposibilidad de reseñar con profundidad siquiera algunos de los avances señalados, remito al lector a las fuentes de la bibliografía para su consulta, y para que a través de ellas acceda a un número mucho mayor de textos y documentos que puedan —ahora sí— darle una idea más plena del desarrollo científico y técnico de Mesoamérica.<sup>18, 20, 21, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 37 y 38</sup>

## MATEMÁTICAS, CALENDARIO Y ASTRONOMÍA MAYAS

El sistema de numeración vigesimal inventado por olmecas o zapotecas (36: 328) fue perfeccionado por los mayas durante los siglos IV y III a.n.e. y es enteramente análogo al sistema decimal elaborado por los hindúes en el siglo VI de nuestra era, o sea, casi un milenio antes de que cualquier otro pueblo del mundo contara con un sistema semejante.

La notación simbólica de los numerales mayas era muy sencilla: tres signos bastaban para representar los números comprendidos entre el cero y el 19. Un punto equivalía al número uno, una barra horizontal al cinco y un símbolo específico representaba al cero. Esta notación de puntos y barras es más simple que la romana, ya que únicamente se emplean tres símbolos y sólo se requiere la operación aritmética de sumar para leer la cantidad. Este sistema de numeración vigesimal era por posiciones, es decir, que los números de 0 a 19 constituían las unidades de primer orden y quedaban en una posición inferior, los números o cantidades de 20 a 400 eran las unidades de segundo orden y se escribían arriba de los primeros, de 400 a 8 000 constituían el tercer orden y se colocaban encima de los anteriores, y así sucesivamente, o sea

que con sólo 20 números podían escribir cualquier cantidad, ascendiendo de abajo hacia arriba y multiplicando el número por la unidad y por múltiplos de 20, según el orden mencionado.<sup>24 y 37</sup>

Su sistema vigesimal permitía a los mayas efectuar las cuatro operaciones aritméticas elementales, con la misma rapidez y facilidad con que las ejecutamos en el sistema decimal. También calcularon tablas de multiplicar y, aun cuando no conocieron las fracciones, emplearon ecuaciones para representarlas indirectamente, lo cual resulta mucho más engorroso, pero era igualmente eficaz. En cuanto al cero, además de servirles para indicar el valor de un numeral en caso necesario, también implicó para los mayas su concepción como magnitud matemática. Por lo tanto, el cero tenía para ellos la significación que ahora le asignamos en las operaciones aritméticas. Estas fueron las únicas operaciones matemáticas de que dispusieron. “Lo asombroso es que con tan elementales conocimientos se lanzaran a realizar —y con pleno éxito— cálculos astronómicos y calendáricos” (36: 329).

Los mayas establecieron un calendario ritual y un calendario solar (civil). El primero, llamado Tzolkín o cuenta de los días, era un ciclo de 260 días, el cual se formaba por la combinación de los veinte días (que comprendía su mes) con 13 numerales (que correspondían a las 13 deidades del mundo superior) y era de carácter sagrado, ritual o adivinatorio.

El segundo, calendario solar, denominado Haab, era un ciclo de 365 días, y se formaba por la combinación de 18 meses de 20 días, más un mes adicional de cinco días que se llamaba Uayeb, el cual era considerado como nefasto. El ciclo de 260 días y el ciclo de 365 días se combinaban para dar una rueda calendárica o ciclo mayor de 18 980 días, que equivalía a su vez a 52 años (de 365 días cada uno).

Los mayas en sus observaciones astronómicas se dieron cuenta de que el año solar excede en una fracción de día al periodo considerado de 365 días. Para corregir ese defecto añadieron 25 días cada dos ciclos, o sea, cada 104 años. Así, para los mayas el año astronómico tenía una duración de 365.24038 días, que comparada con el cálculo actual de 365.24219 días, representa un error por defecto de 0.00181 de día. Por consiguiente, elaboraron una cuenta calendárica que tenía prácticamente la misma aproximación del calendario gregoriano que empleamos hoy en día. No obstante debemos recordar que en el momento del descubrimiento y conquista de América, los europeos seguían utilizando el calendario juliano, que presenta un error por exceso de 0.00781 de día, y puesto que el calendario gregoriano no fue adoptado sino hasta 1582, en ese momento los mayas tenían un calendario mucho más preciso que el del Viejo Mundo. Y ese calendario maya había sido establecido entre los siglos VI y VII de nuestra era, es decir, que fueron más exactos que los europeos durante cerca de mil años.<sup>35</sup> “Morley (1915) ha demostrado que las correcciones que se aplican al calendario maya para ajustarlo periódicamente a la duración real de los movimientos lo hacen un diezmilésimo de día más exacto que el calendario gregoriano” (25: 32).

Establecieron patrones temporales para integrar sus calendarios, siendo la unidad el kin o día, los diferentes periodos eran los siguientes: 1 uinal =

20 kines (20 días), 1 tun = 18 uinales (360 días), 1 katún = 20 tunes (7 200 días) y 1 baktún = 20 katunes (144 000 días).

Aparte de estos periodos que son los más frecuentemente empleados en las inscripciones, en algunos casos se alude a periodos mayores: pictún, calabtún, kinchiltún y alautún, este último representa 23 040 millones de días, es decir unos 64 millones de años. Los mayas se acercaron a un concepto de la eternidad, puesto que la sucesión de periodos cada vez mayores —cada uno valiendo 20 veces el anterior— les permitía ensanchar hacia el infinito los límites del tiempo.

El día sucedía a la noche y la noche al día. Esta sucesión era como un viaje continuo en el que varios cargadores llevaban a sus espaldas a las divisiones del tiempo, o sea que un portador de la noche dejaba su carga para descansar y otro portador del día emprendía su marcha, repitiéndose así el largo viaje del tiempo.

El registro del tiempo fue una preocupación intelectual, científica y religiosa, y al mismo tiempo matemática, astronómica y mística. Les interesaba por razones religiosas, rituales, adivinatorias, agrícolas y de aplicación práctica, de allí que los sacerdotes-astrónomos pasaran su tiempo en los observatorios, acumulando datos que llegaron a formular matemáticamente.<sup>37</sup> Como resultado de sus observaciones astronómicas pudieron calcular con extraordinaria precisión las revoluciones sinódicas de la Luna, Mercurio, Venus, Marte, Júpiter y Saturno. Esos cálculos revelan un trabajo paciente y una gran cooperación entre los distintos observatorios y entre los astrónomos.

En el Códice Dresden hay tablas de lunaciones que predicen los posibles eclipses, desde el siglo VII hasta el año 2 392. También hay una tabla de correcciones venusinas, pues los mayas sabían que un periodo de 584 días no era exacto, y así, después de transcurrir 65 periodos de 584 días, restaban cinco días, corrigiendo el error acumulado. Los puntos cardinales, la declinación del Sol y de la Luna, los equinoccios y solsticios, los eclipses, la duración del periodo de precesión del eje terrestre, los cometas, etcétera, fueron observaciones computadas por los mayas, quienes contribuyeron notablemente a la ciencia astronómica universal.

Valiéndose de sus cámaras de observación situadas en la cúspide de sus altas pirámides, de su escritura, de su sistema vigesimal y de su cronología concebida con la enorme amplitud que antes mencionamos, los mayas consiguieron desarrollar enormemente los conocimientos astronómicos. Y la influencia de esos conocimientos se extendió después, en mayor o menor grado, a casi todo el territorio mesoamericano (35: 65).

Los registros escritos sugieren firmemente que las posiciones y periodos de los cuerpos celestes fundamentales eran anotados con precisión con el propósito de determinar fechas en los calendarios civiles, agrícolas y rituales. En algunos casos (las Pléyades en Teotihuacán) el diseño de centros ceremoniales así como de edificios individuales peculiarmente orientados, pudo haberse ajustado para lograr alinear una dirección particular de importancia astronómica. Moctezuma mandó derruir y reconstruir el edificio de Huicholobos

para que en los festejos de Tlacaxipeualiztli en el equinoccio el Sol se encontrara exactamente en medio. Flannery y Marcus han sugerido incluso que algunos centros mayas parecen exhibir una sencilla relación geométrica con otros centros cercanos. Estos autores sugieren un diseño estructural en gran escala con cuatro capitales regionales que simbolizaban la visión cuatridireccional maya del Universo, por lo tanto, la cosmología pudo haber jugado un papel importante en la organización territorial maya.<sup>38</sup>

## PALABRAS FINALES

El mayor impacto de la ciencia mesoamericana en España y Europa fue seguramente el acervo de conocimientos médicos y farmacológicos surgidos de la práctica de la medicina y de la herbolaria americanas. Recién se empezaba a difundir por Europa la obra de Nicolás Copérnico que causaría una verdadera revolución en la concepción que del mundo tenían hasta entonces los europeos, y ello eclipsó cualquier conocimiento astronómico que pudiera haber escapado a la destrucción de los libros mayas y aztecas. La metalurgia y la minería europeas acababan de fortalecerse con la obra de Jorge Agricola, y en general el Renacimiento por el que atravesaba el Viejo Continente prestó poca atención a los descubrimientos de técnicas y conocimientos provenientes de allende la mar.

A esto hay que añadir el hecho de la bárbara destrucción de códices y monumentos, y el asesinato despiadado e irracional de los sacerdotes mesoamericanos, depositarios en buena medida del saber vernáculo de sus culturas. Es una verdadera lástima que los conquistadores no hayan aprendido de sus conquistados el sentido inteligente de la guerra y la conquista. En la época de referencia, el imperio azteca se había construido y se sostenía basado en la filosofía lógica y sagaz de las civilizaciones mesoamericanas, la cual dictaba: "No destruir al enemigo, sino subordinarlo al imperio" (Códice mendocino, 29).

La salvaje destrucción no sólo de los ejércitos sino de la cultura y de las ciudades, el asesinato masivo y la esclavitud de los sobrevivientes, pero sobre todo la devastación inmoral de todo lo sagrado para una gran civilización, así como la aniquilación vandálica de los conocimientos y la ciencia en nuestra antigua América *circa* 1492, no puede ni debe ser objeto de ningún tipo de celebración, sino más bien de una sentida e inmensa —por continental— conmemoración luctuosa.

## NOTAS

<sup>1</sup> Putman, J., 1986, "The search of modern humans", *Nat. Geog.* 174 (4): 439-477.

<sup>2</sup> Shreeve, J., 1991, "Madame, I'm Adam", *Discover*, 12 (6): 24.

- <sup>3</sup> Darlu, P. y P. Tassy, 1987, "El ADN, África y el hombre", *Mundo Científico* 7 (73): 943-947.
- <sup>4</sup> Guidon, N., 1985, "L'art rupestre préhistorique (L'Amérique du Sund)", en: *Le Grand Atlas de l'Archeologie, Encyclopaedia Universalis*, París: 358.
- <sup>5</sup> 1988 *Yearbook of Science and the Future, Encyclopaedia Britannica*, Chicago: 313-314.
- <sup>6</sup> "El hombre llegó a América hace 48 500 años", en: *Excelsior*, junio de 1989, México.
- <sup>7</sup> Mirambell, L., 1978, "La etapa lítica", en: M. León Portilla (Coord.), *Historia de México*, Tomo 1: 58, Salvat, México.
- <sup>8</sup> "Nuevos descubrimientos desechan falsos conceptos sobre los mayas", en: *Gaceta UNAM*, 4 de marzo de 1991: 26-27.
- <sup>9</sup> Burger, R., "Long before the Inca", en: *Nat. Hist.* febrero de 1989: 68.
- <sup>10</sup> Kramer, S., 1981, *La cuna de la civilización, Time-Life*, Madrid.
- <sup>11</sup> Cossío, F., 1969, *El mundo de los incas*, FCE, México: 12-13.
- <sup>12</sup> Citado en Rostworowski, M., 1988, *Historia del Tahuantinsuyu*, Instituto de Estudios Peruanos, Lima: 22.
- <sup>13</sup> Cáceres, J., 1987, *Las culturas prehispánicas del Perú*, Lima.
- <sup>14</sup> Gendrop, P., 1977, *Quince ciudades mayas*, UNAM, México: 6.
- <sup>15</sup> De Acosta, J., 1978, *Vida religiosa y civil de los indios*, UNAM, México: 89.
- <sup>16</sup> Bonner, J., 1980, *The evolution of culture in animals*, Princeton University Press, New Jersey.
- <sup>17</sup> Villoro, L., 1982, *Creer, saber, conocer*, Siglo XXI, México: 207.
- <sup>18</sup> Bolaños, F., 1990, *El impacto biológico: problema ambiental contemporáneo*, UNAM, México: 13.
- <sup>19</sup> Bolaños, F., 1988, *Conocimiento y ciencia en la antigüedad*, mimeógrafo.
- <sup>20</sup> Trabulse, E., 1983, *Historia de la Ciencia en México*, Vol. I: Siglo XVI, CONACYT-FCE, México: 39.
- <sup>21</sup> Beltrán, E., "Fuentes mexicanas en la Historia de la Ciencia", en: *Anales de la Sociedad Mexicana de Historia de la Ciencia y de la Tecnología*, Vol. 2:58, 1970, México.
- <sup>22</sup> Bernal, I., 1978, "Introducción a las épocas pre-clásica y clásica", en: M. León Portilla (Coord.), *Historia de México*, Tomo 1: 124, México.
- <sup>23</sup> León Portilla, M., 1971, *De Teotihuacán a los aztecas*, UNAM, México: 18.
- <sup>24</sup> De Cortari, E., 1980, *La ciencia en la Historia de México*, Grijalbo, México.
- <sup>25</sup> Maupomé, L., 1986, "Reseña de las evidencias de la actividad astronómica en la América antigua", en: M. Moreno (Comp.), *Historia de la Astronomía en México*, FCE, México.
- <sup>26</sup> Broda, J., 1986, "Arqueoastronomía y desarrollo de las ciencias en el México prehispánico", en: M. Moreno (Comp.), *Historia de la Astronomía en México*, FCE, México: 95.
- <sup>27</sup> Bargalló, M., 1972, "La metalurgia en México. Bosquejo histórico", en: *Anales de la Sociedad Mexicana de Historia de la Ciencia y de la Tecnología*, Vol. 3: 281-297, México.

- <sup>28</sup> Sahagún, B., 1975, *Historia General de las cosas de Nueva España*, Porrúa, Col. Sepan cuántos... No. 300, México.
- <sup>29</sup> Anawalt, P. y F. Berdan, 1992, "The Codex Mendoza", en: *Sci. Am.* 266 (6): 40-49.
- <sup>30</sup> López, A., 1975, *Textos de Medicina Náhuatl*, UNAM, México: 15.
- <sup>31</sup> Piñón, M., 1992, "La medicina nahua", en: *Inf. Cient. y Tec.* 14 (186): 9-11.
- <sup>32</sup> Barrera, A., et al., *Nomenclatura etnobotánica maya*, Instituto Nacional de Antropología e Historia, México: 470.
- <sup>33</sup> Grinberg, D., 1991, *La metalurgia prehispánica mesoamericana en el contexto de las altas culturas metalúrgicas de América*, mimeógrafo, México.
- <sup>34</sup> Grinberg, D., 1990, *Los señores del metal. Minería y metalurgia en Mesoamérica*, Pangea, México.
- <sup>35</sup> De Gortari, E., 1964, "Algunas notas características de la ciencia del México prehispánico", en: E. Beltrán (Ed.), *Memorias del Primer Coloquio Mexicano de Historia de la Ciencia*, Sociedad Mexicana de Historia de la Ciencia y la Tecnología/Sociedad Mexicana de Historia Natural, Tomo I: 47-69, México.
- <sup>36</sup> Ruz, A., 1978, "Los mayas de las tierras bajas", en: M. León Portilla (Coord.), *Historia de México*, Tomo 2: 328, México.
- <sup>37</sup> Piña, R., et al., 1976, "La cultura maya", En: A. Medellín et al., *Los pueblos y señoríos teocráticos: el periodo de las ciudades ubanas*, Segunda parte, Secretaría de Educación Pública/INAH, México: 165-244.
- <sup>38</sup> Aveni, F., 1980, "Conceptos de Astronomía posicional empleados en la arquitectura mesoamericana antigua", en: F. Aveni, (Ed.), *Astronomía en la América Antigua*, Siglo XXI, México: 23-42.